



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 박 사 학 위 논문

회수용 어류 수송포장 용기 및

RFID 기반 물류시스템 개발

Development of Returnable Transport Packaging

Container for Fishery and Its RFID-Based

Physical Distribution System

2017년 8월

서울대학교 대학원

바이오시스템 · 소재학부 바이오시스템공학전공

김 수 현

# 회수용 어류 수송포장 용기 및 RFID 기반 물류시스템 개발

Development of Returnable Transport Packaging  
Container for Fishery and Its RFID-Based  
Physical Distribution System

지도교수 이 중 용

이 논문을 공학박사 학위논문으로 제출함  
2017년 8월

서울대학교 대학원

바이오시스템 · 소재학부 바이오시스템공학전공

김 수 현

김수현의 공학박사 학위논문을 인준함.

위 원 장 \_\_\_\_\_(인)

부 위 원 장 \_\_\_\_\_(인)

위 원 \_\_\_\_\_(인)

위 원 \_\_\_\_\_(인)

위 원 \_\_\_\_\_(인)





# 회수용 어류 수송포장 용기 및 RFID 기반 물류시스템 개발

## Development of Returnable Transport Packaging Container for Fishery and Its RFID-Based Physical Distribution System

### 국문 초록

상품을 생산지로부터 소비자에게 전달하는 물류시스템은 소비시장의 발전과 운반산업에 중요한 역할을 한다. 최근 4차 산업혁명이 대두되면서 정보통신기술 기반에 모든 산업기술이 크게 변화하고 있으며 물류분야 또한 크게 성장할 것으로 예상되고 있다. 물류 중에 수산물은 쉽게 변질되거나 부패하는 특성이 있어 물류시스템에서 품질을 보존하기 위한 과정을 거치는 특징이 있다. 특히 수산물은 국민의 영양 및 안전에 밀접한 관련성이 있으므로 일반 공산품과 달리 물류시스템의 역할이 매우 중요하다.

국내 수산물 생산량은 농림축산물 생산량의 20% 이상을 차지하는 생물자원으로 물류 분야에서도 매우 중요한 역할을 한다. 국내 수산물 유통 과정은 어항을 중심으로 형성된 산지 유통시설로부터 시작하여 다양한 소비시장에 공급되며 그 거래의 첫 단계는 경매하는 것이며 이를 위한 수송포장 용기는 어상자라고하는 나무 상자다. 경매이후 수산물은

## 목 차

List of Table .....	iv
List of Figures .....	vii
1. 서론 .....	1
1.1 연구의 배경 및 필요성 .....	1
1.2 연구의 목적 .....	3
2. 연구사 .....	5
2.1. 물류공학과 신선물 물류시스템 .....	5
2.1.1 물류공학 .....	5
2.1.2. 신선물 물류시스템 .....	10
2.1.3. 물류공학과 수산물 수송포장 및 물류와 관련된 기본 용어 .....	11
2.2. 수산물 물류시스템 .....	17
2.2.1. 선진국의 수산물 물류시스템 .....	17
2.2.2. 국내 수산물 유통과 물류시스템 .....	18
2.2.3. 수산물 유통과 물류시스템의 발전방향 .....	27
2.3. 어상자와 어상자 물류시스템 .....	29
2.3.1. 어상자의 종류와 구비 요건 .....	29
2.3.2. 국내 어상자의 사용 현황 .....	34
2.3.3. 어상자 물류시스템 .....	36

2.3.4. 어상자의 무선인식 기술 .....	41
2.3.5. 어상자의 설계 기술 .....	48
2.4. 어상자 관련 표준 .....	56
2.4.1. 국내 어상자 관련 표준 현황 .....	56
2.4.2. 국외 어상자 관련 표준 현황 .....	62
2.4.3. 식품 포장재의 위생 안전성 관련 관리제도 .....	65
 3. 회수용 어상자 개발 .....	 68
3.1. 연구배경 및 목적 .....	68
3.2. 재료 및 방법 .....	70
3.2.1. 어상자 설계 프로세스 .....	70
3.2.2. 어상자의 규격과 형태 설계 .....	71
3.2.3. 어상자의 강도 설계와 해석 .....	82
3.2.4. 어상자의 물리적 품질 및 위생성 평가 방법 .....	87
3.3. 결과 및 고찰 .....	94
3.3.1. 어상자의 규격과 형태 .....	94
3.3.2. 어상자의 강도 분석 .....	103
3.3.3. 기존 어상자와 개발한 어상자의 비교 .....	108
3.4. 결론 .....	114
 4. RFID 기반의 어상자 물류시스템 개발 .....	 116
4.1. 연구배경 및 목적 .....	116
4.2 재료 및 방법 .....	118

4.2.1 어상자용 RFID 전자태그 설계 .....	118
4.2.2. 어상자 물류시스템 개발 .....	120
4.2.3. 물류관리용 소프트웨어 개발 .....	121
4.2.4. 어상자 물류관리 시스템의 현장평가 .....	125
4.3 결과 및 고찰 .....	131
4.3.1. 어상자용 RFID 전자태그 .....	131
4.3.2. RFID 어상자 물류시스템 .....	133
4.3.3. 어상자 물류시스템의 현장평가와 분석 .....	137
4.4. 결론 .....	144
5. 종합 결론 및 요약 .....	145
6. References .....	147
7. 부록 .....	158

## List of Tables

Table 2-1 Status of fishery productions in Korea in weight .....	20
Table 2-2 Status of fishery productions values in Korea .....	20
Table 2-3 Fishery logistics system by production place .....	21
Table 2-4 Specification of loading boxes of typical trucks in the fishery logistics system .....	27
Table 2-5 Form and symbol of plastic box .....	30
Table 2-6 Merits and demerits for type of boxes .....	32
Table 2-7 Packaging specification of fishery boxes for mackerel in Korea .....	35
Table 2-8 Specification of plastic fishery box in Korea .....	35
Table 2-9 Patterns of stacking boxes on a pallet .....	40
Table 2-10 Comparison of RFID tags using various frequencies .....	44
Table 2-11 Standards for returnable plastic container .....	58
Table 2-12 Dimension of fishery container (KS T 1081) .....	59
Table 2-13 Dimension of standard container (KS T 1202) .....	61
Table 2-14 Dimension of FAO standard container .....	64
Table 3-1 Specifications of fishery boxes in Korea .....	68
Table 3-2 Dimensions of the fishery boxes for efficiency simulation .....	75
Table 3-3 Comparison of rib shape at bottom of plastic box .....	76

Table 3-4 Adult hand width and thickness in Korea .....	78
Table 3-5 Mechanical properties of polypropylene .....	83
Table 3-6 Class of compressive load .....	88
Table 3-7 Loads of compression test for 4M class .....	88
Table 3-8 Specification of the UTM (universal testing machine) .....	89
Table 3-9 Height and number of drops for test .....	90
Table 3-10 Specifications of drops testing machine .....	91
Table 3-11 Washing machine specification .....	93
Table 3-12 Simulation result of load efficiency for fishery boxes I .....	95
Table 3-13 Simulation result of load efficiency for fishery boxes II .....	96
Table 3-14 Simulation result of load efficiency for fishery boxes III .....	97
Table 3-15 Simulation result of load efficiency for 600×400 mm .....	98
Table 3-16 Results of structure analysis on hand hole .....	105
Table 3-17 Comparing loading efficiency and space utilization rate of material boxes .....	109
Table 3-18 Remaining bacterial count of fishery box surface after washing .....	111

Table 3-19 Weight and requirement of fishery box .....	112
Table 3-20 RFID price .....	112
Table 3-21 Expected product price .....	113
Table 3-22 Comparison of fishery box for each material .....	114
Table 3-23 Economic benefit of plastic box vs wooden box .....	115
Table 4-1 Function of web application program for distribution management .....	123
Table 4-2 Function of mobile application program for distribution management .....	125
Table 4-3 Schedule of on-site feasibility test of the developed RFID plastic boxes in the fishery distribution system .....	126
Table 4-4 RFID reader specification .....	127
Table 4-5 Specification of RFID tag developed for the fishery box .....	131
Table 4-6 Result of on-site evaluation of distribution management system of developed fishery box .....	137
Table 4-7 Analysis of on-site evaluation of distribution management system of developed fishery box .....	139
Table 4-8 Analysis shipment time of plastic boxes and wooden boxes .....	143
Table 4-9 Selection and loading time .....	143

## List of Figures

Fig. 2-1 Three S one L principles of logistics .....	10
Fig. 2-2 Seven R principles of logistics .....	10
Fig. 2-3 General fishery distribution system in Japan .....	17
Fig. 2-4 Fishery distribution routes from production to consumption in Korea .....	19
Fig. 2-5 Views of delivering fishes from the ship to work place .....	22
Fig. 2-6 View of fishes sorting on ground without table in Korea ..	22
Fig. 2-7 Fishery distribution stages in Korea .....	23
Fig. 2-8 View of repacking fishes with paper box after auction .....	24
Fig. 2-9 Fork lift .....	25
Fig. 2-10 Fish pump .....	25
Fig. 2-11 Belt conveyor .....	26
Fig. 2-12 Five ton truck for cold chain system .....	26
Fig. 2-13 Concept of FPC (fish products processing & marketing center) .....	28
Fig. 2-14 One stop handling system .....	29
Fig. 2-15 Typical fishery boxes in Korea .....	30
Fig. 2-16 Types of plastic boxes .....	31



Fig. 2-17 Classification of fishery box in Korea by materials .....	34
Fig. 2-18 Circulation of fishery boxes in the fishery distribution system .....	36
Fig. 2-19 View of fishery market at a port in Nagasaki prefecture in Japan .....	37
Fig. 2-20 Plastic fishery boxes in port of Vigo in Spain .....	38
Fig. 2-21 Plastic fishery box in sydney fishery market in Australia .....	38
Fig. 2-22 Fishery box with embedded RFID tag in Europe .....	39
Fig. 2-23 Schematic diagram of RFID data collection system .....	42
Fig. 2-24 Operation of the vessel after adopting the traceability procedure .....	45
Fig. 2-25 The collector operation .....	46
Fig. 2-26 The information flow and process in the live fish supply chain .....	47
Fig. 2-27 Supply chain from fish farm to the private customer, retail and fish market .....	48
Fig. 2-28 Engineered product design process .....	49
Fig. 2-29 Sequence of finite element analysis .....	50
Fig. 2-30 Type of surface mesh .....	50
Fig. 2-31 Linear of 3D Solid elements .....	51

Fig. 2-32 Quadratic of 3D Solid elements .....	51
Fig. 2-33 Strain-stress curve .....	53
Fig. 2-34 Three dimensional stress condition .....	54
Fig. 2-35 Plastic returnable container with embedded RFID tag in KS T 1202 .....	60
Fig. 2-36 FAO standard plastic fishery boxes .....	65
Fig. 3-1 View of traditional fisheries product market in Korea .....	69
Fig. 3-2 Cleaning of wooden fishery box with water in Korea .....	70
Fig. 3-3 New product development process .....	71
Fig. 3-4 Tools for fishery box handling in Korea (hook and multi-stage lading tool) .....	73
Fig. 3-5 Fishery boxes overloaded with ice cubes .....	74
Fig. 3-6 Boxes in nesting and stacking methods .....	75
Fig. 3-7 Shape of rib in plastic box floor .....	76
Fig. 3-8 Hand shape and working gloves .....	77
Fig. 3-9 Dimension of hand hole for gripping .....	78
Fig. 3-10 Angle of grip covering .....	79
Fig. 3-11 Dimension of hand hole on fishery box .....	80
Fig. 3-12 Type of hand holes and surveyed result of preference among field workers .....	80

Fig. 3-13 Specimen of polypropylene .....	83
Fig. 3-14 Stress-strain curve of polypropylene .....	84
Fig. 3-15 Analytical model of fish box with tetrahedral mesh .....	85
Fig. 3-16 Boundary conditions for strength analysis of fishery box .....	86
Fig. 3-17 View of the UTM (universal testing machine) .....	89
Fig. 3-18 Three stacks compressive test and floor surface compressive test .....	90
Fig. 3-19 Edge drop test .....	91
Fig. 3-20 Fishery box washing machine .....	92
Fig. 3-21 Process of plastic box washing .....	92
Fig. 3-22 Loading patten of T12 type with 600×400 mm .....	98
Fig. 3-23 Design for distinguishing the direction of box .....	99
Fig. 3-24 Deformation comparison of compression strength .....	100
Fig. 3-25 Floor surface rib design of fishery box .....	101
Fig. 3-26 Design of RFID inserting space .....	102
Fig. 3-27 Box and core without RFID inserting space .....	102
Fig. 3-28 Design of component for fishery box separation .....	103
Fig. 3-29 Deformation distribution pattern of plastic fishery box ...	103
Fig. 3-30 Stress distribution pattern of top plastic fishery box .....	104

Fig. 3-31 Result of three stacks compressive test .....	106
Fig. 3-32 Result of floor surface compressive test .....	107
Fig. 3-33 Edge of fishery box for the drop test .....	107
Fig. 3-34 Results of drop test .....	108
Fig. 3-35 Development plastic fishery box simulation .....	109
Fig. 3-36 Wooden fishery box simulation .....	109
Fig. 3-37 Status after use of wooden fishery box and plastic fishery box .....	110
Fig. 4-1 Past and future fishery distribution systems of Korea government .....	117
Fig. 4-2 Elementary form of RFID tag .....	120
Fig. 4-3 Physical distribution system of plastic box .....	121
Fig. 4-4 Schematic diagram of web application program for distribution management .....	122
Fig. 4-5 Schematic diagram of mobile application program for distribution management .....	124
Fig. 4-6 RFID reader used in the field test .....	127
Fig. 4-7 Routes of the RFID plastic boxes in the on-site feasibility test .....	128
Fig. 4-8 On-site evaluation of physical distribution management system by each section .....	129

Fig. 4-9 View of checking number of fishery boxes (left : plastic box, right : wooden box) .....	130
Fig. 4-10 View of recollected plastic fishery boxes .....	130
Fig. 4-11 Packaging structure of RFID tag for the fishery box .....	132
Fig. 4-12 Packaging of RFID tag with PET .....	132
Fig. 4-13 Method for inserting RFID tag .....	133
Fig. 4-14 Distribution system for intercommunity and recovery of developed fishery box .....	134
Fig. 4-15 Schematic diagram of distribution management system of developed fishery box .....	135
Fig. 4-16 Layout of web application program for distribution management .....	136
Fig. 4-17 Layout of mobile application program for distribution management .....	136
Fig. 4-18 Screen of output of warehousing data of user of web application program .....	140
Fig. 4-19 Screen of output of release data of user of web application program .....	141
Fig. 4-20 Screen of output of warehousing data of user of mobile application program .....	141
Fig. 4-21 Screen of output of release data .....	142

# 1. 서론

## 1.1 연구의 배경 및 필요성

상품을 생산지로부터 소비자에게 전달하는 유통과정 중에서 상품의 흐름을 물류라 하는데 물류시스템은 소비시장의 발전과 운반산업만이 아니라 다양한 공학 기술을 요구하는 분야이다 (Yeo, K.T., 2016). 최근 4차 산업혁명이 시작되면서 정보통신기술 기반위에 모든 산업기술이 크게 변화하고 있으며 물류분야는 다른 산업에 비해 4차 산업혁명이 활발할 것으로 예상되고 있다. 농림축산식품의 경우 1990년대 이후 파렛트를 표준화하고 2002년 이후 콜드체인이 구축되었으며, 2006년 이후 농림축산식품 출하장에 선별과 포장 및 물류를 위한 APC가 설립되기 시작하여 4차 산업혁명에 진입하고 있는 상황이다 (Kim, D.S., 2002; Seo, K., 2005; Yeon, J.M., 2009;).

물류 중에 농림축수산물과 식품은 쉽게 변질되거나 부패하는 특성이 있어 물류시스템에서 유통기한을 정하고 품질을 보존하기 위한 과정을 거치는 특징이 있다. 농림축수산물은 국민의 영양 및 안전에 관련성이 있으므로 일반 공산품과 달리 정부의 통제가 존재하며 이들은 생산하는 농업이나 수산업 분야의 보수성으로 인하여 물류시스템을 변화 발전시킬 때에 고려할 사항이 많다.

국내 수산물의 생산량은 2015년 9.7조원으로 농림축산물 생산량 44.5조원의 21%에 해당하는 중요한 생물자원이다 (Statistics Korea, 2015). 수산업은 일반해면, 천해양식, 운양어업, 내수면 어업으로 구분되며 2015년을 기준으로 보면 각각의 생산액 비중은 51.6%, %, 28.4%, 14.3%, 5.7%가 된다 (Statistics Korea, 2015). 수산물은 고품질 단백질과 지방의

공급원으로서 국민소득이 향상됨에 따라 소비량이 꾸준히 증가하여 1999년 1인당 수산물 소비량은 38.3 kg에 비하여 2014년에는 58.9 kg으로 증가하였다.<sup>1)</sup>

우리나라의 수산물 유통구조는 1980년대를 전후하여 냉동냉장기술이 보급에 따라 활어유통, 냉동어류 유통, 냉장어류 유통 등으로 발전하였으나 아직도 많은 문제점을 가지고 있다. 수산정책연구소에 의하면 국내 수산물 유통 과정은 어항을 중심으로 형성된 산지 위판장에서 수송포장 용기 (어상자라고도 함)에 담겨 경매를 거치고 중도매인에게 넘어가며 이후 다양한 소비시장에 공급되는데 아직도 나무로 제작된 수송포장 용기를 이용하여 수산물이 거래됨으로 인하여 유통과정 중에 감염우려와 선도유지가 어려운 형편이다. 수산물 유통에서 수송포장 용기는 기본적으로 관리가 되어야함에도 불구하고 사용 환경은 비위생적이며 전혀 관리가 되지 않고 있다. 특히 수산물은 부패 혹은 변질이 쉬워 위생적으로 관리되어야 한다. 그러나 신선한 수산물을 비위생적인 포장으로 인하여 수산물의 신선도를 하락 시키는 것이다. 따라서 이러한 비위생적인 수산물 포장 형태를 개선하여 신선한 수산물이 유통되도록 산지 위판장의 수송포장 용기는 개선이 필요하다.

우리나라의 물류에 대한 연구는 주로 정부에서 주도하여 국토교통부에서 이루어지고 있으며 관련 표준은 국가기술표준원에서 표준을 만들고 관리, 보급하고 있다. 그러나 연구 분야가 대부분 우리나라 공산품에 맞추어져 이루어져왔다. 수산업이 포함된 해양 관련 법규나 제도도 대부분 항만운송사업법, 농수산물유통 및 가격안정에 관한 법 등과 같이 시설이나 제품에 관련 위주로 제정되었다. 수산물의 물류시스템에 대한 연구는

---

1) 해양수산부, 2013년 수산물 유통구조 개선 종합 대책

국내의 경우는 주로 현황조사에 대한 것이며 수송포장 용기의 경우 적재성, 위생성 등 기술적으로 고려할 사항이 많지만 체계적으로 수송포장 용기를 개발한 연구 사례는 거의 없는 실정이다. 해외의 경우 위생성 및 환경문제로 인해 재질을 단순화 하고 규격 표준화가 잘 이루어져 있다.

## 1.2 연구의 목적

본 연구는 수산물 물류시스템의 문제점인 위생성, 반복 재사용, 물류 효율성, 관리시스템 부재를 해결하기 위한 것으로서 전자태그 부착이 가능한 플라스틱 소재의 어상자를 개발하고 RFID 태그를 이용한 관리시스템을 개발하여 아들을 실제 수산물 유통현장에서 반복 운영하여 결과를 분석함으로써 개발된 어상자와 물류시스템이 현장에 적용가능성을 연구 범위로 한다. 단, 어상자의 구비 요건 중에 위생성을 입증하기 위해서는 미생물 번식에 대한 연구가 필요하지만 본 연구에서는 연구 범위에서 제외하였으며 실제 현장 평가에 있어서 어상자의 세척과정에 대한 평가만을 포함하였다.

본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 국내 수산물 위판장에서 사용되는 나무 어상자에 대한 현장조사를 실시하여 규격, 형태 및 구조, 재질, 강도, 사용 편의성 등에 대한 평가를 실시하며,
- 2) 이 평가를 바탕으로 국가 표준 파렛트 규격에 맞고 물류효율성이 우수하며 RFID 태그를 부착할 수 있고 위생적으로 반복 사용이 가능한 어상자를 유한요소해석 기법으로 설계하여 제작하고, 제작



된 어상자의 강도를 표준화된 방법으로 평가 및 현재 물류시스템에 적용 가능하며

- 3) 어상자의 개체, 투입 및 회수, 수산물 정보 등의 데이터를 수집하고 활용이 가능한 물류시스템용 소프트웨어를 개발하고
- 4) 개발된 어상자와 물류시스템을 수산물 시장 현장에 적용하여 반복 시험하여 개발된 물류시스템의 현장적용성과 경제성 및 효율성을 분석하는 것이다.

## 2. 연구사

### 2.1. 물류공학과 신선물 물류시스템

#### 2.1.1 물류공학

##### 가. 물류의 개념

물류 (logistics)는 군사 분야에서 군수물자의 보급지원활동을 의미하는 용어였으나 현대에는 경영학이나 산업공학에서 널리 사용되는 용어이다. 현대적인 물류의 개념은 logistics 외에 physical distribution, rhochrematics, 유통 등으로 설명되며 그 의미는 조금씩 다르다.

Arch W. Shaw (1912)는 경영활동을 생산 활동, 유통활동, 조성활동으로 구분하고 이 가운데 유통활동의 구성요소로서 수요창조 활동과 물적 공급 활동의 두 가지로 구분하면서 물류활동의 개념과 중요성 강조하였다. physical distribution (물류 또는 물적유통)라는 용어는 Fred E. Clark가 1922년, 그의 저서 ‘Principle of Marketing’에서 처음으로 사용하였다. 그는 마케팅 기능을 교환기능, 물적공급기능, 보조 및 조성 기능으로 분류하면서 물적 공급 기능이란 교환기능에 대응하는 유통의 기본적인 기능이라고 설명하였다. 한국물류협회 (KiLA : Korea integrated logistics association)에서는 “물류란 유형, 무형의 일체 재화에 대한 폐기와 반품을 포함해서 공급과 수요를 연결하는 공간과 시간의 극복에 관한 물리적인 경제 활동으로서 구체적으로는 수송, 보관, 하역의 물자유통 활동과 물적유통에 관련되는 정보활동을 포함한다.”라고 정의하였다.

물류란 생산 단계에서부터 소비 또는 그 이용에 이르기까지의 상품의 이동 및 취급을 관리하는 것이다. 소비자의 욕구를 충족시키기 위하

여 원초 지점으로부터 소비지점까지 원자재, 중간재, 완성재, 그리고 관련 정보를 이동시키는 것과 관련된 흐름과 저장을 효율적이면서 효과적으로 계획, 수행, 통제하는 과정이다. 넓은 의미로 재화 및 서비스를 최초 생산자로부터 최종 소비자에 이르기까지의 물리적인 흐름과 관련된 활동이며, 그 재화 및 서비스를 잠재 사용자에게 필요한 시간과 장소에 전달시키기 위해서는 물류가 가장 중요한 역할을 수행한다. 물류의 범위는 판매 물류뿐만 아니라 원재료의 조달 물류도 포함하는 동시에 국제 물류까지 확대한 개념이다. 유형 또는 무형의 물리적인 재 (財)를 공급자로부터 수요자에 이르게 하는 실물적인 흐름이며, 구체적으로 수송, 포장, 보관, 하역 및 통신의 제 활동을 지칭하고 있다.

물적유통이란 용어 대신에 1960년에 미국 워싱턴 대학의 S. H. Brewer 교수와 R.A. Johnson 교수가 로크레매틱스 (rlochrematics)란 공학 용어를 처음 사용하였다. 이 용어는 ‘흐름’을 의미하는 그리스어 ‘Rho’에 제품과 자재 등 물자를 의미하는 ‘chrema’와 과학을 의미하는 ‘ics’를 합성한 것으로서 ‘t’는 발음을 위해 추가된 문자이다. 그들은 “로크레매틱스란 조달물류를 포함한 물 (物)의 흐름을 정보의 흐름과 결합시킨 시스템을 관리하는 과학이다.”라고 정의하였다. 이 용어는 하드웨어에 중점을 두고 공장, 물류시설, 배치 등을 합리적으로 관리하는 물류공학을 의미한다, 즉 자재의 흐름 (material flow)에 대한 관리도 컴퓨터를 이용함으로써 정성적이 아닌 정량적 분석이 강조되기 시작한 것을 의미한다. 로크레매틱스의 특징은 토털시스템 (total system)을 지향하여 과학적 계수 관리를 철저히 한다는 점이다.

최근 기업들은 물류를 활용하여 비용 절감 등의 방안에 관심을 가지고 있다. 물류 아웃소싱은 물류를 직접 수행하지 않고 전문물류업자 (제3자 물류 또는 제4자 물류)를 활용하는 것을 말한다. 특히 SCM (supply

chain management)은 현재 기업에 중요성이 부각되고 있다.

## 나. 물류 활동의 구분

물류는 영역이나 목적에 따라 조달물류, 생산물류, 판매물류, 리버스 물류 등으로 나뉜다. 조달물류는 필요한 자재나 원자재가 공급업자에서 출발하여 구매업자의 보관 창고에 입고되는 범위의 물류이며 생산물류는 자재 창고에서 생산과정을 거쳐 완제품 창고에 입고될 때까지의 모든 활동을 지칭한다. 판매물류 완제품 창고에서부터 소비자에게 전달될 때까지의 모든 활동을 포함한다. 리버스물류는 회수 물류와 폐기물류로 나뉘며 회수물류는 판매한 제품의 결함이나 상이로 인해 반품되는 활동과 빈 병이나 종이의 재활용 또는 자동차나 전자제품 등의 리콜 등의 활동이다. 폐기 물류는 수명을 다한 제품을 거두어 소각, 매립 등 폐기하는 활동이다.

물류의 활동은 운송 (수·배송), 보관, 하역, 포장, 정보, 유통가공으로 구분된다. 먼저 수·배송 활동은 차량을 통하여 제품을 이동하는 것으로 물류에선 공간효율을 창출해준다. 생산지역과 소비지역의 상이함을 해결해 주기 위해서 운송이 그 역할을 하는 것이다. 일반적으로 수송과 배송으로 나누어지며, 수송은 공장에서 물류센터로 운반해주는 장거리 운송의 개념이며 배송은 물류센터에서 각 점포로 제품을 운송하는 것을 말한다.

보관활동은 물류센터에 제품을 보관하여 재고 관리하는 일련의 활동을 말하는 것으로 물류에서 시간적 효율을 창출한다. 생산시점과 소비시점의 상이함을 해결하기 위해서 보관을 하게 되는 것이다. 보관의 활동으로는 입출고, 로케이션 관리, 재고이동, 재고조사 등이 있다.

하역활동은 물류센터 내에서 일어나는 활동 중에서 보관과 포장, 유통가공을 제외한 나머지 인력에 의해서 제품을 취급하는 모든 활동을 말한다. 포장 분배, 분류, 입·출하 검품, 상하차 등의 인력활동에 의한 물류 활동을 하역이라고 한다. 일반적으로 하역하면 제품을 상하차하는 활동으로 인식하는 경우가 있는데, 물류의 기능에서의 하역이 차지하는 역할은 넓은 범위에서 이루어진다.

포장 활동은 물류센터에서 일어나는 포장 활동으로 주로 주문에 의해서 포장이 발생된 뒤 배송하기 위해서 포장하는 작업을 말한다. 공장 에서 제품을 포장한 것은 물류의 포장과는 구분되는 것으로 주로 상업포장이라 한다. 상업포장의 포장비는 제품 원가에 반영되는 반면에 물류에서의 포장은 물류관리비 항목의 포장비에 속한다. 물류의 포장은 제품의 안전과 보호를 주목적으로 하며, 주로 물류포장, 재포장이란 명칭으로 표현된다. 물류에서 이루어지는 포장의 종류로는 종이박스, 플라스틱용기, 스티로폼박스, 비닐봉투, 행량 등에 의한 포장 등이 있다.

정보활동은 물류센터와 거래처 간에 발생하는 수주·발주활동이 주된 업무이며, 그 외에도 운송, 보관, 하역, 포장 등의 모든 활동을 진행하면서 발생하는 각종 데이터의 정보처리 활동을 포함한다. 최근 물류시스템의 효율성을 높이기 위하여 정보처리를 최대한 활용하는 방향으로 업무의 개선이 이루어지고 있다. 특히 물류센터의 정보처리 고도화를 이루기 위하여 WMS (warehouse management system), TMS (transportation management system), OMS (order management system)와 같은 물류 정보 시스템을 적극 도입하게 된다. 그리고 정보시스템과 연계된 물류자동화 시스템을 도입하게 되는데 이러한 자동화시스템은 정보에 의해서 모든 것들이 움직여진다고 할 수 있다.

유통가공 활동은 물자의 유통과정에서 물류효율을 향상시키기 위하여 가공하는 활동으로 단순한 가공, 재포장, 조립 등 제품이나 상품의 부가가치를 높이기 위한 물류활동이다.

## 다. 물류의 기본 원칙

물류시스템은 물류의 흐름을 생산지로부터 소비자에 이르는 공급사슬의 총체적 흐름의 시스템이다. 이러한 물류시스템의 목표 5S는 서비스(service), 신속성(speed), 공간의 효율적 이용(space saving), 재고 조정(stock minimum), 규모의 적정화(scale optimization)이다. 각 목표별로 살펴보면 서비스(service)는 상품 품질이나 손상 등의 사고가 없이 안정적으로 진행되어야 한다. 신속성(speed)은 고객이 원하는 시간과 장소에 상품과 서비스의 신속하게 전달되어야 한다. 공간의 효과적인 이용(space saving)은 지가 상승으로 토지 면적에 공간을 효과적으로 활용하고 불필요한 공간은 줄여야 한다. 재고 조정은 과다 재고보유에 따른 자본 회전율은 감소하므로 불필요한 재고는 조정하여야 한다. 마지막으로 규모의 적정화(scale optimization)는 물류시설의 적합성 검토 및 정보처리의 집중화에 자동화기기를 이용을 고려하여야 한다.

물류의 원칙은 3S1L과 7R로 나타낼 수 있다. Fig. 2-1과 같이 신속하게(speedy), 안전하게(safely), 확실하게(surely), 저렴하게(low)를 통한 고객서비스 증진을 원칙으로 하며 7R은 Fig. 2-2와 같이 적절한 상품을 적절한 품질로, 적량을 적시에, 적정한 장소에, 좋은 인상으로 적정 가격으로 고객에 서비스를 추구한다. 즉 기업이 소비자에게 필요한 물품을 필요한 장소에, 필요한 시기에, 적정한 가격으로 전달한다는 원칙을 나타낸다.

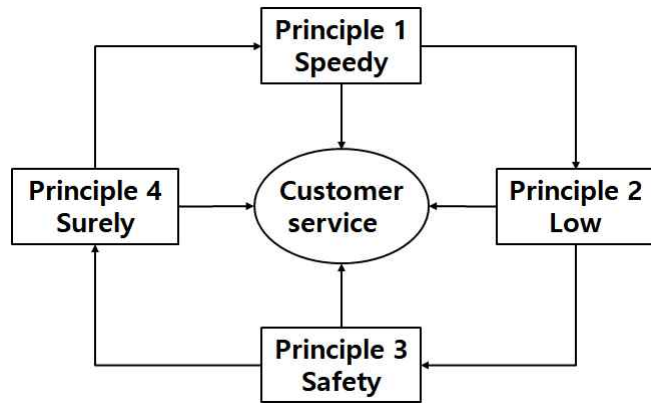


Fig. 2-1 3S1L Principles of logistics

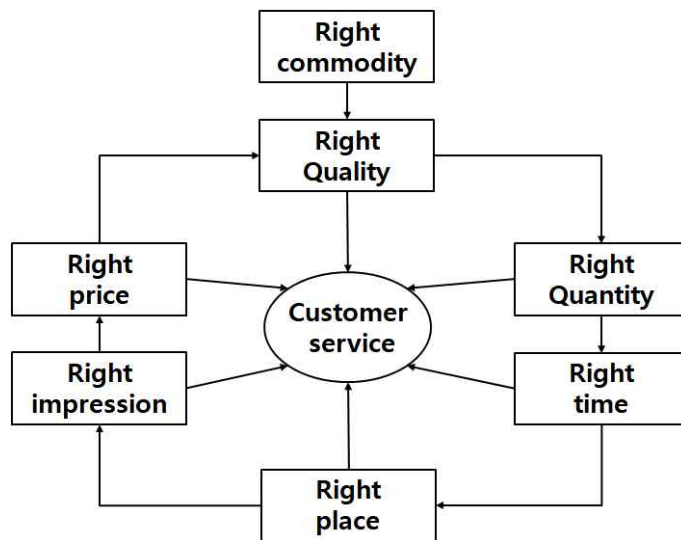


Fig. 2-2 7R Principles of logistics

### 2.1.2. 신선물 물류시스템

신선물류란 일반적으로 온도 관리가 요구되는 농수축산물과 유가공품 등의 식품을 냉동·냉장창고에 보관하고, 온도관리가 되는 차량으로

배송하는 일련의 행위라고 할 수 있다 (Son, B.S., 2007). 저온유통체계 (cold chain system: 이후부터는 CCS라 칭한다.)에 의한 신선한 식료품의 유통방식으로서 선도유지와 출하조절, 안정성의 확보를 주된 목적으로 하는 물류시스템을 말한다 (Han, G.S., 2010).

CCS의 역사를 살펴보면 1954년 영국 저인망어선에서 도입되었다고 한다. 1956년에는 일본에서 해상운송 컨테이너가 적용되었고, 1960년대에는 일본 홋카이도 (北海島)에서 큐슈 (九州)에 이르는 일본 열도 수송에 CCS이 적용되기 시작하였다. 이후 노르웨이에서 물이 새지 않는 컨테이너가 개발되었다 (Han, S.C., 2010). 우리나라에서는 1984년 서울우유가 목장과 우유를 구매하는 고객을 잇는 전 과정에서 콜드체인시스템이 국내 처음으로 도입되었으며, 이후 냉동·냉장 저온물류 체계가 확산되기 시작하였다. 정부의 식품육성 정책 추진과 식품 R&D 확대 추진에 따라 식품품목이 다양화되고, 브랜드화 된 상품을 선호하는 추세에 맞춰 이를 뒷받침해주는 신선물류의 중요성은 더욱 커지고 있으며 현재는 지능형 저온유통관리 (smart cold chain system)로 발전하고 있다.

### 2.1.3. 물류공학과 수산물 수송포장 및 물류와 관련된 기본 용어

물류 공학과 수산물 물류 분야의 전문용어와 학술용어를 핵심적인 것만 간단히 소개하였다.

**로지스틱스 (logistics)** : 8세기 군사용어로 원재료의 탐색에서부터 최종 소비자에 이르기까지 물자를 조달, 이동하고 보관하는 과정으로 기존의 물류의 개념에서 원부자재의 공급자로부터 소비자에 이르는 시간적·공간적 간격을 극복하기 위한 물리적인 경제활동을 포함하는 물류의



상위 개념이라고 할 수 있다. 조달물류, 사내무물, 생산물류, 판매물류와 반품회수무를 및 폐기물 물류까지도 전반적인 넓은 범위를 포함한다고 할 수 있다.

**물류 (physical distribution) :** 물류는 당사자 간 상적거래 성립 이후에 물품을 생산자로부터 소비자에게 이전, 인도시킴으로써 시간적·공간적 가치를 창출하는 경제활동이다. 최근에는 원재료나 원자재의 공급부터 최종 소비자에 이르기까지의 전 과정을 계획하고 관리하는 개념의 SCM (supply chain management; 공급사슬관리)이라는 용어를 사용한다.

**물류 (物流) :** physical distribution이라는 개념이 일본에서 '물류유통'이라는 역어로 등장하게 된 것은 1964년 일통합연구소가 발표한 보고서 '물적유통 (物的流通)의 새로운 지향'에서 이다. 그 후, 초기의 역어인 '물적유통'이라는 말이 사라지고 '물류 (物流)'라는 말을 사용하게 된 것은 1970년 전후부터이다. 물류 (物流, 물적유통, physical distribution)와 Logistics의 두 용어는 원래 구분되어 발전되었으나, 현재 우리나라에서는 같은 뜻으로 병행 사용되고 있다.

**상류 (marketing distribution) :** 유통활동의 중심을 이루는 것으로 생산자와 소비자 간에 인적인 거리감을 이어주는 일련의 경제활동을 말하며, 여기에는 제반의 매매활동 및 거기에 수반되는 모든 활동이 포함된다. 유통은 본디 이러한 '상적유통 (marketing distribution)'과 '물적유통 (physical distribution)'으로 나누어지는데 그 차이는 매매에 의해 재화나 서비스등 가치물의 소유권에 판매자로부터 구매자로 이동하는 것이 상적유통이며, 매매행위에 의해 가치물이 판매 장소에서 구매 장소로 이동하는 것을 물적유통이라 한다.

**파렛트 (pallet)** : 유니트로드시스템의 대표적인 용구로서 지게차, 트럭 등으로 물건을 실어 나를 때 물건을 안정적으로 옮기기 위해 사용하는 구조물로 우리나라에서 국가표준으로 지정한 표준 파렛트는 T11형 (1,100×1,100 mm), T12형 (1,200×1,000 mm)으로 2가지가 사용된다.

**컨테이너 (container)** : 유니트로드시스템에서 사용하는 유니트로드용기의 대표적인 형태로서 ISO의 정의에 의하면 컨테이너 (container)는 “내구성과 반복이용에 적합한 강도를 지니고 있어 수송도중에 짐을 환적하지 않고 용이하게 상품을 운송할 수 있도록, 취급에 용이하도록, 적입과 적출에 용이하도록 설계된 1 m<sup>3</sup> 또는 그 이상의 내용용적을 가진 수송설비를 말한다. 운송수단에 따라 철도용, 해상용, 항공용으로 구분되며 다양한 특수 컨테이너가 있다.

**유니트로드 (unit load)**: 화물을 수송할 때 기계하역이 가능한 단위로 모아서 하역하는 것을 말하며 ‘단위화’라고도 한다.

**유니트로드시스템 (unit load system)** : KS A 1006에 정의된 용어로서 화물을 표준 중량 또는 표준 부피로 단위화시켜 기계를 이용하여 하역·수송하는 화물 수송 방식을 말한다. 대표적으로 파렛트 (pallet), 컨테이너 (container) 방식이 있다. 즉 물건을 하나씩 옮기고 싣는 것이 아니라 하나의 구성단위 (unit)로 만들어 적재, 수송함으로써 하역과 보관 및 출하관리를 합리화하고 물류비를 절감하는 시스템을 의미한다.

**네트 유니트 로드 사이즈 (NULS : net unit load size)** : 파렛트 위에 거칠게 작업하여 쌓거나 자체의 무게에 의한 포장의 변형 등으로 발생된 허용치수를 PVS로부터 제외한 유니트로드의 순수치수를 말한다. 따라서 이 NULS치수는 파렛트 치수와 포장단위의 치수들을 결정할 때 기본으로 삼는 규격이며 분할포장모듈시스템과 연결된다.

**적재 효율 (loading efficiency)** : 수송기구나 수송용기의 허용 적재 용적 및 중량에 대해 적재된 물품이 점유하는 용적 또는 중량의 이용률 (LE)로서 Eq. 1에 의하여 구한다.

$$LE = [(A \times N) \div (L \times W)] \times 100 \dots\dots\dots \text{Eq. 1}$$

here, LE = Loading efficiency, %

A = Pallet area,  $m^2$

N = Number of loadings, constant

L = Length of loadings, m

W = Width, m

**평면치수 (PVS : plan view size)** : 보관 중 또는 출하장에 대기하고 있을 때 유니트로드의 가장 바깥부분에 튀어나온 점들을 연결하여 각각으로 교차하는 4개의 수직과 평면으로 둘러싸인 직육면체의 형상을 말한다. 따라서 이 PVS 치수는 유니트로드 규격의 최대 허용 치수이며 배수모듈시스템과 연결된다.

**포장 모듈 (package module)** : 상품을 표준 파렛트에 가장 효율적으로 적재하기 위한 포장규격의 조합을 말하며, 현재 KS포장표준규격 (KS A 1002)은 69종으로 다양하게 제정되어 있다.

**배수물류 모듈시스템 (logistics module system)** : 유니트로드 크기 1,140 mm × 1,140 mm을 기준으로 최대 허용공차 - 40 mm를 인정하며, 이를 배수로 하여 물류시설이나 장비들의 표준 치수를 설정하고

있다.

**분할포장 모듈시스템 (split packaging module system) :** KS T 1002로 제정되어 있는 표준치수로서 1,100 mm × 1,100 mm (일관수송용 표준 파렛트 규격)을 정수로 (1,2,3..)분할, 가로와 세로의 치수들을 합산하여 1,100 mm가 되는 숫자들이며 포장모듈치수들은 이들의 조합이다.

**수송포장 (distribution packaging) :** 물품의 수송과 보관을 주목적으로 물품에 시행하는 포장을 총칭하는 것으로, 주 기능은 보호기능, 수송·취급의 편의 기능이다.

**용기 (container) :** 물품 또는 포장물품을 수납하는 용기의 총칭. 금속제나 유리제와 플라스틱제의 병이나 캔 또는 목제나 금속제의 통이나 상자 등의 강성 용기, 종이, 셀로판, 플라스틱필름, 알루미늄박, 천 등의 유연재료로 만들어진 유연성 용기와 강성은 있더라도 약간 유연성을 갖는 플라스틱제 병 등 반강성 용기로 나눈다. 또한 물품을 수납하지 않을 때는 접어 용적을 축소할 수 있는 접는 용기와 각종의 수송기관에 적합성을 갖거나 반복 사용되는 수송 용기도 있다.

**수송포장 용기 (distribution packaging container) :** 물품의 수송과 보관을 주목적으로 물품에 시행하는 포장용 용기를 말한다.

**순환물류체계(RTS : returnable transport system) :** 여러 번 반복해서 재사용이 가능한 표준화된 물류용기 및 기기를 산업별, 국가별로 공동운영하는 체계를 말하며 표준화된 물류용기를 RTI (returnable transport item)이라고 한다.

**수불관리 (management of receipts and disbursements) :** 수불이란 물품의 입고와 출고를 관리하는 것으로 제품의 재고의 보유현황 확인할 수 있다.

**하역 (materials handling)** : 물품의 신고 내림, 운반, 쌓기, 꺼내기, 분류, 정리 등의 작업 및 보관과 수송 효율을 위한 부속적인 작업을 통칭하여 말한다.

**선사 (shipping company)** : 직접 배를 소유하고 있는 회사를 의미한다.

**선어 (fresh fish)** : 경직 (硬直)중 또는 해경 (解硬) 직후의 신선한 어류를 지칭한다. 품질면으로 보아 악변이 일어나지 않은 상태의 것이며 시장 용어로서는 저온에서 보존되어 있는 미동결어를 가리킨다.

**양륙 (disembarkation)** : 선박으로부터 화물을 육상으로 옮겨 수하인에게 인도하기 전까지의 작업을 통칭한다.

**어상자 (fishery box)** : 수산물 물류에서 어류를 담기 위한 수송포장 용기를 말하며 표준용어는 아니지만 간단하고 의미가 명확하여 본 논문에서는 이 용어를 주로 사용하였다.

**위판장 (wholesale market)** : 수산물을 경매하는 공간이다. 위판은 위탁 판매의 준말로 상품이나 증권의 판매를 제삼자에게 수수료를 주고 맡기는 일이며 위탁 판매를 하는 공간을 말한다.

**포획 (capture)** : 어류 외 수산물을 잡는 것을 말하며 유사한 단어로 어획이 있다. 어획은 수산물을 잡거나 채취하는 것을 말한다.

**피쉬펌프 (fish pump)** : 피쉬펌프는 고등어, 정어리, 꽂치 등의 어류를 선박에서 육지로 운반할 때 사용하는 대형 흡입기로 해수와 함께 수산물을 운반하며 100 m 이상까지도 이송할 수 있다.

**활어 (live fish)** : 살아 있는 물고기. 특히, 잡은 뒤에 수조 따위에 넣어 산 상태로 둔 물고기를 말한다.

## 2.2. 수산물 물류시스템

### 2.2.1. 선진국의 수산물 물류시스템

수산물에 있어 선진국은 근해와 원양어업이 고르게 발전하고 생산액 규모가 큰 노르웨이나 일본 등의 국가를 의미한다. 일본 수산물은 Fig. 2-3과 같이 대부분 생산지와 항만이 가까운 산지도매시장을 거쳐, 소비지 유통의 출발점이 되는 소비지 도매시장으로 출하되어, 소비지에 공급된다. 또한 수산물은 산지에서 소비지에 이르기까지, 항상 냉장 냉동으로 유통되어 수산물의 신선도를 유지하면서 이동하며, 가공공장에서 수산물을 대량 가공 후 판매한다.

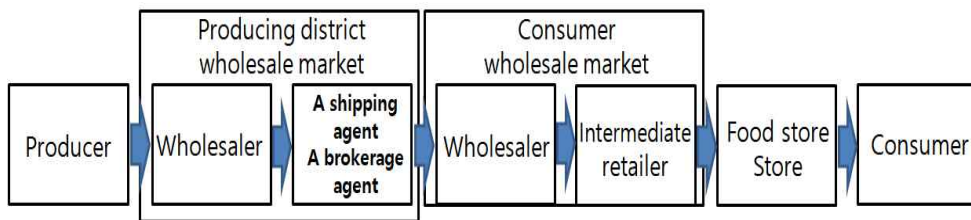


Fig. 2-3 General fishery distribution system in Japan

노르웨이는 수산물 유통에 있어 이미 20~30년 전 선별 운반 인력의 고령화와 고임금화 현상으로 서둘러 자동화와 기계화에 나서 현재 수산물 유통환경이 자동화로 이루지고 있다. 더불어 국제표준에 맞는 완벽한 파렛트화를 통해 수산물의 양륙, 선별, 포장단계에서 사람의 손을 거치지 않고 대량의 어획물을 처리하며 최종 소비자까지 신선한 수산물을 공급하고 있다. 아일랜드는 어획물을 양륙 시 피쉬펌프로 어선에서 운반차로 운송하여 선별기를 통해 어획물을 크기별로 분류한 후 포장을 통해 냉동 창고에 보관하는 시스템으로 어획물의 양륙·선별·포장이 효율적으

로 이루어질 수 있도록 건물과 설비의 구축을 통해 어획부터 포장까지 현대화된 장비로 신선하고 청결한 수산물을 소비자에게 제공하고 있다.

우리나라와 선진국의 물류시스템 차이는 유통 단계가 복잡하고 다단계 시스템으로 이루어지고 있다. 선사가 잡은 수산물을 산지 위판장에서 집하·경매·분산하는 구조이며 주로 선어 위주의 냉장상태로 유통한다. 어획물은 크기와 종류가 다양하다. 어획 시 무작위 조업으로 인한 시기별 변동성이 크다. 또한 공급측면에서 다수의 선주와 공동어시장 종사자들이 어획물을 공급하여 변동이 상당히 크다. 선진국의 경우 선사가 양류, 선별, 포장, 가공까지 할 수 있는 공장과 냉동 창고까지 구축 보유하고 있어 One-stop 시스템으로 물류가 이루어진다. 계획적인 조업으로 생산과 유통, 물류를 계획하고 조율할 수 있는 시스템을 갖추고 있다.

## 2.2.2. 국내 수산물 유통과 물류시스템

### 가. 국내 수산물 유통 현황

수산물은 품종과 규격이 다양하고 상온 보관 시 부패성이 강하여 신선도 유지 정도에 따라 가치의 변동이 크므로 특정 규격을 가지고 계획 생산 한다는 것이 매우 어렵다. 또한 수산물의 소비는 소규모 분산적으로 이루어지며, 유통참여자가 많고 복잡하다. 수산물은 품목별로 수집, 분산의 유통과장이 전문화되어 있으며, 산지에서 소비지에 이르는 유통 관계인들 간에 물량, 가격, 자금유통 등 연계가 견고하게 형성되어 있다.

수산물의 유통단계는 생산이 바다에서 이루어지는 특성이 있어 어선이 정박하는 항구의 위판장에서 1차 경매가 이루어지고, 소비지 도매시장에서 다양한 유통 상자에 담겨 여러 유통 경로를 통해 2차, 3차 경매

가 이루어져 소비자에게 전달된다. 현행 수산물 유통시스템을 Fig. 2-4에 나타내었다.

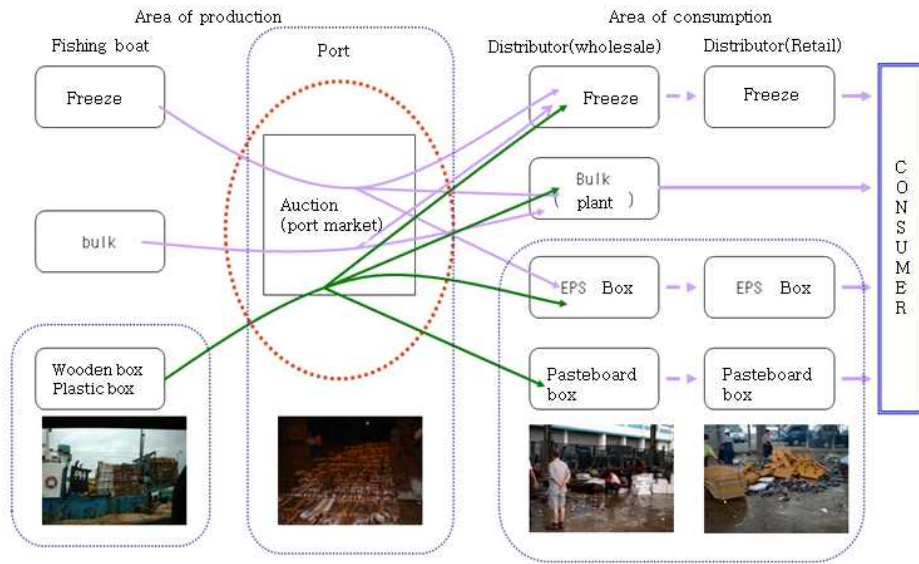


Fig. 2-4 Fishery distribution routes from production to consumption in Korea

국내시장에 유통되는 수산물의 총 공급량은 2015년 기준 5,482 톤으로 국내생산이 약 59%, 수입품 등이 약 41%를 차지하고 있으며, 이 중 약 78% 가 내수용으로 소비되고 있다. 국내생산 59%는 연근해산 (선어 중심, 22%), 양식산 (활어중심, 27%), 원양산 (냉동중심, 9%) 등으로 구성된다. Table 2-1과 같이 어업별 생산량은 천해양식이 가장 많으며 생산금액은 일반해면 어업이 3조 7천억으로 전체 생산금액의 51.6%를 차지하고 있다.



Table 2-1 Status of fishery productions in Korea in weight (unit: M/T)

Fish Source	Live fish	Fresh fish	Frozen fish	Total (M/T)
General sea	163,771	825,598	68,947	1,058,316
Offshore aquaculture	1,659,799	1,294	18	1,661,110
Ocean	-	-	578,137	578,137
Inland	31,942	956	157	33,055
Total	1,855,512	827,847	647,260	3,330,619

Source : Kostat, 2015. Fishery Production Survey

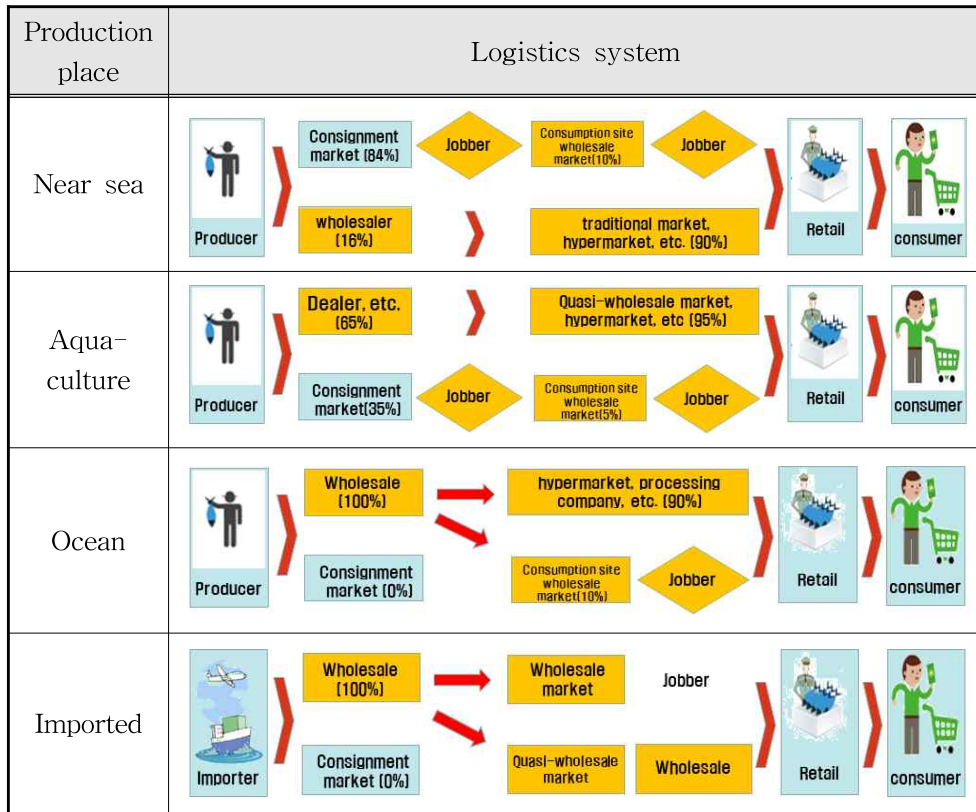
Table 2-2 Status of fishery productions values in Korea (unit: 1,000 won)

Fish Source	Live fish	Fresh fish	Frozen fish	Total
General sea	1,399,526,252	2,056,678,018	246,086,621	3,702,290,891
Offshore aquaculture	2,022,240,524	15,882,724	331,200	2,038,454,448
Ocean	-	-	1,023,738,173	1,023,738,173
Inland	401,326,697	5,375,516	779,338	407,481,551
Total	3,823,093,473	2,077,936,258	1,270,935,332	7,171,965,063

Source : Kostat, 2015. Fishery Production Survey

Table 2-3과 같이 연근해산의 경우 경매를 위한 위판장 물동량이 84%, 장외 도매시장이 16%를 차지하고 있다. 양식산의 경우 수집상 등을 통하여 65%정도가 유통된다. 원양산과 수입산 경우 대부분 도매상을 통하여 유통된다. 수산물의 경매가 가장 많은 어업은 연근해산으로 나무어상자도 가장 많이 사용한다.

Table 2-3 Fishery logistics system by production place



전통적으로 연근해산 수산물의 유통경로는 산지에서 대부분 위판장에서 1차 경매를 거치고, 이 중 일부는 소비지에서 다시 도매시장에서 2차 경매되어 총 6단계로 유통되고 있다. 최근에는 전통적 경로에 더하여 장외사장 (대형 유통업체 등) 경로가 확대되는 추세며, 현재 6단계의 유통구조는 복잡하고 비효율적인 시스템으로 유통시간과 비용이 증가하고 수산물 선도저하의 원 인이 되고 있다. 좀 더 구체적으로 살펴보면 Fig. 2-5과 Fig. 2-6과 같이 산지 및 소비지 주요 유통시설이 낙후되어 있어 위생관리가 미비한 상태로 위판장 바닥 상장, 비구획성, 저온저장시설 미비 등 시설 낙후 및 관리미흡으로 수산물 선도를 저해하고 있으며, 산지

에서 소비지로의 운송과정 위생관리가 미흡하며 특히 어상자의 위생문제, 저온운송체계의 부재 등으로 인한 비위생적인 물류체계로 유통되고 있다. 마지막으로 수산물 수송포장 용기의 규격화 결여로 인해 수차례의 선별, 포장 등의 과정을 거치면서 선도하락을 초래하고 있다.



Fig. 2-5 Views of delivering fishes from the ship to work place

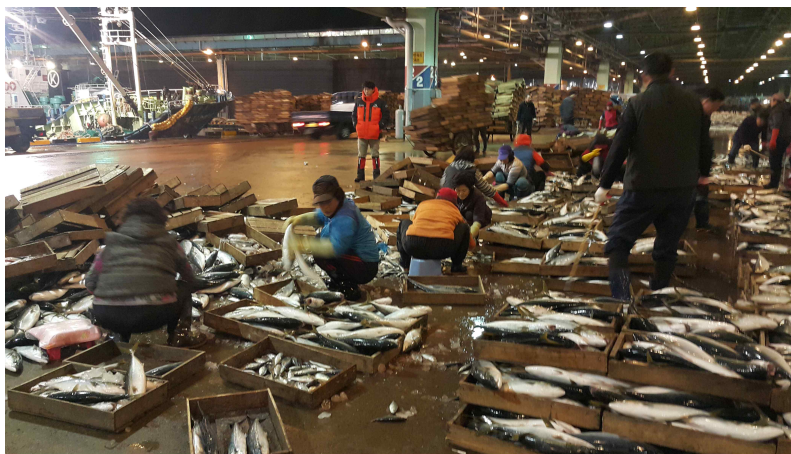


Fig. 2-6 View of fishes sorting on ground without table in Korea

## 나. 국내 수산물 물류시스템

국내 수산물 유통시스템은 생산자 → 수협 위판장 → 중도매인 →

도매시장·수협공판장 → 중도매인 → 중도매상 → 소매상 → 소비자 등의 단계를 거친다. 수협계통출하의 경우 생산자 → 수협 위판장 → 도매시장·수협공판장 → 직매장·슈퍼마켓·소매장 → 소비자 등 비교적 단계가 축소돼 있다. 이 과정에서 수협바다마트나 직판시장, 대량수요처를 통한 직거래 형태도 있다. 전통적인 일반거래 형태로써 수산물 유통은 최소한 6단계를 거치고 있는 것이 현실이다.

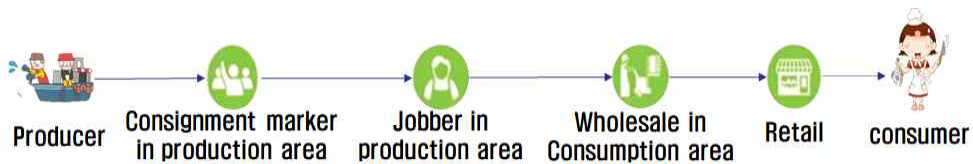


Fig. 2-7 Fishery distribution stages in Korea

현 단계에서 물류시스템을 살펴보면 어선이 입항하여 양륙하고 이후 산지 위판장에서 경매를 위하여 목상자 4호로 포장한다. 경매가 종료 후 수산물은 소비지도매시장, 대형할인마트 물류센터, 냉동 창고 등으로 유통된다. 소비지도매시장과 대형 할인 마트 물류 센터로 이동되는 경우 EPS (expanded polystyrene)로 상자 포장을 하며 저장의 경우는 Fig. 2-8처럼 종이상자로 다시 포장을 하는 것이다. 이처럼 물류과정에서 수산물은 여러 번 포장과 재포장을 하면서 수산물의 신선도는 하락한다. 수산물 유통 물류시스템에서 꼭 필요한 요소인 상자, 파렛트 등 대한 연구 개발은 선진국에 비해 많이 뒤쳐져있다.



Fig. 2-8 View of repacking fishes with paper box after auction

#### 다. 국내 수산물 물류용 기계와 자재

현재 수산물 물류에서 사용되는 기자재에는 지게차, 피쉬펌프, 컨베이어벨트, 냉장·냉동탑차 등이 있다. 지게차는 차체 안정방식에 따라 카운터 발란스형 (counter balance type)과 리치형 (reach type)으로 구분하는데 수산물 물류에서는 Fig. 2-9에서 보는 것처럼 대부분 카운터 발란스형이 대부분 사용되는데 녹이 쉽게 발생하는 문제점이 있다. 지게차 포크는 일반적인 포크 (fork)를 가장 많이 사용하고 있으며 벌크로 수산물을 다루는 부산국제수산물도매시장의 경우 수산물을 쉽게 부을 수 있는 회전식 포크 (rotating fork)를 사용하기도 한다.





Fig. 2-9 Fork lift

피쉬펌프는 Fig. 2-10처럼 어류를 용기에 담지 않고 그대로 어선에 보관 후 항구로 입항하여 수산물을 위판장으로 양륙하기 위한 수단으로 국내에서는 아직 많이 보급되지는 않았으며 현재 개발이 진행 중이다.



Fig. 2-10 Fish pump

벨트 컨베이어 (belt conveyor)는 Fig. 2-11과 같이 피쉬펌프와 다른 수산물 양륙방식으로 어선의 선창에 어류를 용기에 담아 보관하다 양륙

시 위판장과 연결하여 용기를 양륙하는데 사용하는 장비이다.



Fig. 2-11 Belt conveyor

수산물 운송에는 냉장·냉동탑차를 이용하며 5 ton과 11 ton 차량이 널리 이용 된다. Fig. 2-12와 Table 2-4는 5 ton, 11 ton 냉장차량의 제원을 나타낸 것이다.



Fig. 2-12 5 ton truck for cold chain system

Table 2-4 Specification of loading boxes of typical trucks in the fishery logistics system

Truck size	Loading box (mm)				
	Length	Width	Load height	Loading weight	Inside height
5 ton	6200	2,150~2,300	1,100~1,200	5ton	1,800~2,300
	7,300~8,000	2,300	1,100~1,200	5ton	1,800~2,300
11 ton	9,000~10,000	2,350	1,300~1,400	11ton	2,000~2,500

### 2.2.3. 수산물 유통과 물류시스템의 발전방향

우리나라의 수산물은 생산자와 소비자 사이 보통 6~7 단계의 복잡한 유통 구조를 가지고 있다. 복잡한 구조로 인하여 생산자의 이익이 늘지 못하고 소비자는 비싸게 사야 하는 고질적인 문제가 수산물 유통에서 되풀이 되어왔다. 이에 따라 정부는 산지와 소비지에 대규모 유통 물류 센터를 지어 유통 구조를 개선할 계획을 발표하고 있다 (Ministry of Oceans and Fisheries, 2013). 그동안 수산물 산지 위판장은 유통 기능에 한계가 있었다. 시설은 노후 되었고, 주요기능은 수산물의 경매를 위한 시설로 사용되어 대형 유통업체에 대응하기 어려웠다. 그에 따른 수산업의 경쟁력 강화 방안으로 산지 거점 센터 (FPC)와 산지 분선 센터가 대안으로 제시하고 있는 상황이다.



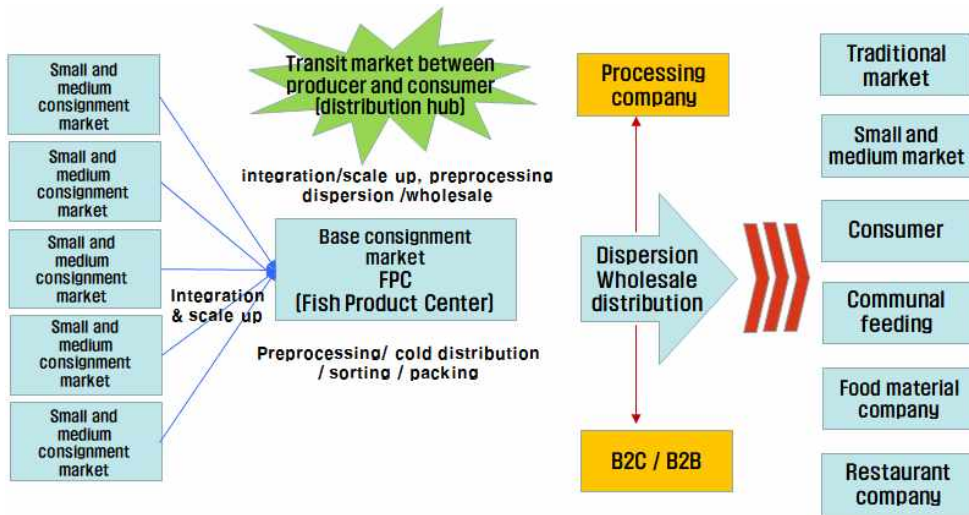


Fig. 2-13 Concept of FPC (fish products processing & marketing center)

새로 시설되는 수산물 산지거점 유통센터 (fish products processing & marketing center)라고 불리는 FPC는 Fig. 2-13에서와 같이 지역별 · 품목별 거점이 될 수 있는 지역에 설립해 인근 소규모 산지 위판장의 수산물을 모아 세척 · 선별 등을 한 후 위판해 가공 · 포장 등의 처리를 거쳐 대형 유통업체나 도매시장에 공급하거나 급식업체 등에 직접 판매하는 기능을 수행하는 것이다. 즉, 산지 수산물은 산지 유통 센터나 소비지 물류 센터에서 수집, 보관되어 있다가 곧바로 대형 마트나 전통 시장으로 넘어가는 구조를 가지게 되는 것이다. 기존 유통 방식과 다른 점은 산지와 도매 시장에서의 경매 과정이 없어 유통 마진과 단계가 축소된다는 데 있다. 당연히 수산물 보관, 분류 등 관련 비용도 줄어들 수 있다.

정부는 2021년까지 전국적으로 산지 유통 센터 30 곳, 소비지 물류 센터 7 곳을 만들 계획을 발표하였다. 그러나 전국 200여 위판시설 중 상당수가 노후화, 자체 위생시설 및 품질 유지 기능 미비 등 취약성을 보이고 있고, 산지거점유통센터 사업을 제외하면 변화된 시장의 요구에 호

과적인 대응은 여전히 힘겨워 보인다. 따라서 기존 가격결정 및 분산 기능을 포함, 소비자 만족을 위한 위생관리, 온도 및 선도 관리, 상품성 향상 등을 뒷받침할 수 있는 위생관리형 선진형 위판체계로의 혁신이 요구된다. 특히 양육에서 선별, 포장, 저장까지 일련의 과정을 One-Stop처리하고 수산물을 규격화된 표준화 상자를 이용하여 최종 포장 후 소비자까지 이동할 수 있는 물류시스템 구축이 필요하다 (Fig. 2-14).

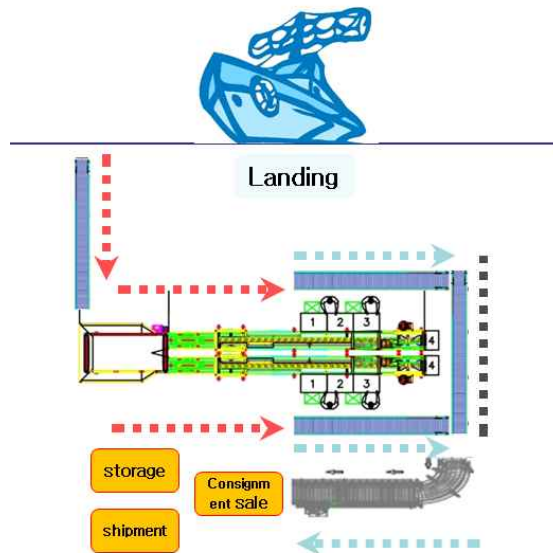


Fig. 2-14 One stop handling system

## 2.3. 어상자와 어상자 물류시스템

### 2.3.1. 어상자의 종류와 구비 요건

우리나라 산지 위판장에서 사용되는 수송포장 용기 즉 어상자는 Fig. 2-15와 같이 크게 목상자, 스티로폼상자, 플라스틱상자 (현장에서는 ‘어

팬'으로도 불림)로 구분할 수 있다. 이 중 스티로폼 상자는 경매 이후 소비지로 배송될 때 일회용으로 사용되며, 최종 소비지에서 회수 및 세척 과정 없이 대부분 폐기되고 재사용되지 않는다. 위생문제는 목상자와 플라스틱상자에 있다. 목상자의 경우 2 회 내지 3 회 정도 재사용되고 플라스틱상자는 파손되지 않는 한 영구적으로 재사용되는데, 사용 중 세척 과정 없이 계속 사용됨에 따라 위생상태가 매우 불량하다.



(a) wooden box      (b) EPS box      (c) plastic box

Fig. 2-15 Typical fishery boxes in Korea

국내에 어상자로 사용되는 플라스틱 상자는 존재하지 않지만 물류설비인증규격 KS T 1001 및 KS M ISO 472는 재사용이 가능한 플라스틱 용기의 종류 및 형식을 규정하고 있다. 그에 따르면 재사용이 가능한 플라스틱 용기는 Table 2-5와 같이 중첩형과 적층형으로 구분한다.

Table 2-5 Form and symbol of plastic box

Type	Form	Symbol
Piled type	Grip form	N
	Turn form	T
Stack type	Solid form	S
	Foldaway form	C

Korean agency for technology and standards - logistics facility certification standards

Fig. 2-16과 같이 중첩형은 손잡이식과 회전식으로 나뉘며, 기호는 각각 N, T로 구분한다. 적층형은 일체식과 접는식으로 구분하며 기호는 각각 S, C로 구분한다.

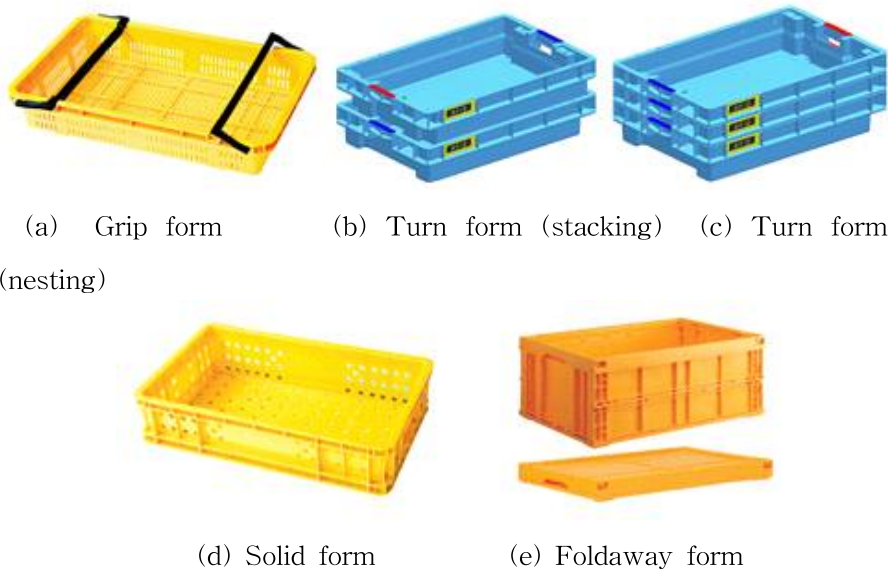





Fig. 2-16 Types of plastic boxes

Table 2-6에 중첩형과 적층형 상자의 장단점을 비교하였다. 중첩형 상자는 손잡이식과 회전식으로 구분되는데 제작비용과 세척이 용이성이 적층형보다 상대적으로 우위에 있다. 중첩형의 손잡이 식은 적재 효율성은 좋으나 손잡이로 인하여 세척하는데 회전식보다 상대적으로 어렵다. 중첩형 회전식 상자는 적재강도와 물류 효율이 좋아 저온 유통에 많이 적용하는 방식으로 냉동과 높은 하중을 견뎌야하는 어상자에 좋은 형태이다. 적층형 중 접는 방식 (접철식) 상자는 최소 4개의 금형을 제작이 필요하여 제작비용이 상승하고 상자를 접고 펴는 시간적 공간적인 문제

와 세척 시 접형 중첩되는 부분에 이물질이 충분히 세척되지 않을 수 있어 위생에서 문제가 된다. 세척 시 작업 공수가 많이 들어 비용 상승의 요인이 된다.

Table 2-6 Merits and demerits for type of boxes

Type	Merits	Demerits
 <Piled type>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatively cheap manufacturing cost</li> <li>- Durability relatively easy</li> <li>- Maintenance relatively easy</li> <li>- Washing relatively easy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Internal capacity (inner secure) relatively low</li> <li>- Stability when loading / transporting relatively low</li> </ul>
 <Stack type>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Loading efficiency (space efficiency) increase</li> <li>- Easy to secure an internal capacity</li> <li>- Better stability when loading and transporting</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- High manufacturing cost (Such as parts and assembly hours)</li> <li>- Increase of working hours</li> <li>- Low durability</li> <li>- Difficult to clean</li> <li>- Long development period</li> </ul>
 <Load type>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Good multi-stage loading strength</li> <li>- Better stability when loading and transporting</li> <li>- Good durability</li> <li>- Easy to secure an internal capacity</li> <li>- Low cost of production</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Low logistics efficiency</li> <li>- Low efficiency of loading empty boxes</li> </ul>

Seafish (2002)는 “Guidelines for the landing and sale of fishery products”에서 어상자에 대한 조건을 다음과 같이 규정하였다.

- 1) 어상자는 내구성이 강하고, 부식성이 강하고, 세척이 용이한 재질로 제작되어야 한다.
- 2) 나무사자와 바구니는 적절하지 않으며 고밀도 폴리에틸렌을 권장한다.
- 3) 어상자를 사용한 현장의 공간이 부족할 경우 공간을 활용할 수 있는 Stack-Box의 형태로 설계되어진 상자를 사용하라.
- 4) Stack-Box의 형태로 설계되어진 상자의 양쪽 끝 손잡이 부분의 색상 부호화는 상자의 깨짐을 방지하고 용기를 쌓아 놓을 때 상자의 정확한 방향을 나타낸다.
- 5) 어상자의 재료와 설계는 모든 세척 장치와 호환되어야 한다.
- 6) 수산물을 보호하고 해수를 배출할 수 있는 배수 구멍이 있어야 한다.
- 7) 용기는 뜨거운 물과 세제의 압력과 온도를 견딜 수 있어야 한다.
- 8) 수작업이 필요한 어상자와 기타 용기는 손잡이 구멍이 있어야 한다.
- 9) 어상자의 설계는 기계적 장비를 이용하여 직접 취급을 가능하게 하고 운송과 분배 시 효율적으로 공간을 충분히 활용할 수 있도록 하여야 한다.

국내와 해외 사례를 살펴본 바와 같이 어상자는 세척이 가능한 재질과 구조 그리고 세척기에 적합성을 가져한다. 또한 공간을 효율적으로 활용하기 위한 적재방법인 Stacking 방식을 권유하고 있다.

### 2.3.2. 국내 어상자의 사용 현황

수산정책연구소에 의하면 2014년 국내 어상자의 유통은 연간 3,800만 개 정도 유통되고 있으며, Fig. 2-17에서와 같이 나무 어상자가 60%를 차지하고 있고, 스티로폼 16%, 플라스틱 어상자는 17%, 기타 7%를 각각 차지하고 있다.

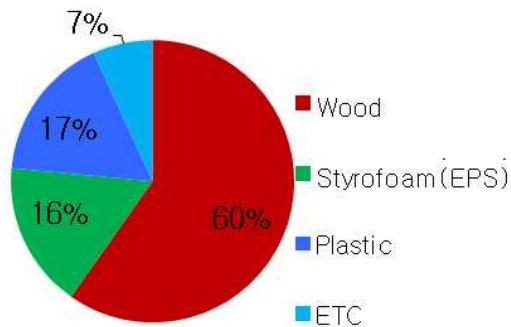


Fig. 2-17 Classification of fishery box in Korea by materials

Table 2-7 에서와 같이 위판장 별로 사용하는 규격은 조금차이가 있다 대표적인 어상자인 나무 어상자 4호는 570 × 350 × 90 mm (내부치수)로 이며 기타 스티로폼 용기는 550 × 366 × 150 mm에서 710 × 430 × 215 mm까지 다양하게 조사되었다. EPS 상자의 경우 금형제작과 생산이 용이하여 각 수협 자체적으로 제작하는 경우도 많아 규격이 표준화되어 있지 못하다.

Table 2-7 Packaging specification of fishery boxes for mackerel in Korea

Division	Material	Standard(mm)			Packing unit (kg)
		Length	width	Height	
Suhyup auction fishery box	Wooden box	570	350	90	15
Standard for fishery products (2007 Enactment)	Expandable polystyrene box	550	366	150	10~20
		550	366	143	
		620	400	150	
		620	400	143	
Busan cooperative fish market	Expandable polystyrene box	570	350	113	10
		620	400	140	12
		620	400	170	12
Busansi suhyup	Expandable polystyrene box	620	400	140	12
Tongyeong suhyup	Expandable polystyrene box	550	370	200	10
		710	430	215	20
Jejusi suhyup	Expandable polystyrene box	560	370	200	10
		617	395	143	12

Table 2-8 Specification of plastic fishery box in Korea

Material	Standard (mm)			Purpose	Appearance
	Length	width	Height		
Plastic	700	459	85	multipurpose	Stack type - Solid form
	623	397	128	fishery box	Stack type - Solid form
	620	400	137	fishery box	Stack type - Solid form
	575	355	167	fishery box	Piled type - Grip form
	550	355	100	fishery box	Piled type - Grip form
	640	400	100	fishery box	Piled type - Grip form
	595	380	105	fishery box	Stack type - Solid form
	590	385	150	fishery box	Stack type - Solid form
	587	390	200	fishery box	Stack type - Solid form
	620	400	107	fishery box	Piled type - Grip form



플라스틱 어상자는 550 × 355 × 100 mm에서 640 × 400 × 100 mm 까지 규격이 다양하다. 형태도 중첩형 손잡이식과 적층형 일체식으로 대부분 2종류 생산하고 있다. 현재 어상자로 가장 많이 사용하고 있는 나무 어상자는 사실상 세척이 이루어지지 않고 유통되고 있다. 나무상자가 가장 많이 유통되는 이유는 가격경쟁력과 오랜 기간 산지 위판장에서 사용하여 경매의 기준이 되어 있어 쉽게 변경하기 어렵기 때문이다.

### 2.3.3. 어상자 물류시스템

#### 가. 어상자의 순환 시스템

우리나라의 현재 어상자의 주로 목상자를 사용하고 어항에서 경매를 위하여 포장하고 경매를 거쳐 냉동 창고 혹은 기타 선어시장을 거쳐 회수한다. 대부분의 어상자는 세척되지 않으며 일부 세척을 하는 경우가 있으나 물 뿌리기 작업에 불과하며 브러시를 이용한 세척기를 사용하지 않아 세균에 오염된 유기물을 세척하는 의미가 없다.



Fig. 2-18 Circulation of fishery boxes in the fishery distribution system

해외 사례를 살펴보면 일본 나가사키 현의 어시장은 수산물의 신선도를 유지하기 위한 ‘원스톱 시스템’이 설치돼 어선에서 하역된 수산물은 자동 선별기를 통해 크기, 무게 별로 구분되고 있다. 여기에서 선별된 수산물은 위판장에서 바로 경매된 후 냉동 창고나 포장 센터로 향하고 포장 센터는 냉장시스템을 활용하여 신선도와 위생을 철저히 관리하고 있다. 어시장으로 소형 어선망이 직접 잡아 온 선어를 자동 세척기를 통해 소독한 위생적인 플라스틱 어상자에 담아 처리를 하고 있다.



Fig. 2-19 View of fishery market at a port in Nagasaki prefecture in Japan

스페인의 비고 (Vigo)어항은 수산물의 위생적인 관리는 물론 수산자원 관리를 위한 다양한 제도를 선도적으로 도입해 운영하고 있다. 특히 비고항에서는 위생관리 감독이 엄격해 100% 플라스틱 어상자만 사용하고 있으며, 비고항 선주협회가 플라스틱 어상자의 관리를 책임지고 있으며, 특히 어상자마다 바코드를 부착하여 전산화를 실현하는 등 회수관리시스템이 구축되어 활용되고 있다.



Fig. 2-20 Plastic fishery boxes in port of Vigo in Spain

호주의 시드니 수산물 시장은 거래 종류가 세계에서 세 번째로 많은 곳이다. 전산경매시스템을 통해 하루에 50 톤의 수산물이 낙찰되며 경매 시 사용되는 어상자도 플라스틱 어상자를 사용하여 위생 문제를 해결하였다.



Fig. 2-21 Plastic fishery box in Sydney fishery market in Australia

플라스틱 펠릿, 수레, 컨테이너를 직접 생산하는 유럽 제조업체인 크래머 (Craemer) 그룹이 수산 업계를 위해 RFID 태그와 통합된 스마트

어류상자를 개발하여 보급하고 있다. RFID로 수집된 정보들은 어류 경매 정보시스템으로 전송되며, 저인망 어선이 항구에 도착하기 전에 잠재적인 구매자가 구입을 처리할 수 있도록 설계 됐기에 목적지로 더 빠르고 확실하게 운반되도록 도와준다. 더불어  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서  $70^{\circ}\text{C}$ 에서 작동하며, 사용하는 인식기의 종류에 따라 3 m까지의 판독 범위를 갖는다. 어상자는 전면부에서 빠른 배수를 위한 최적화된 기하학적 구조로 설계되었다.



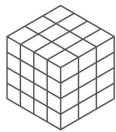


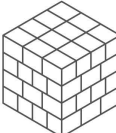


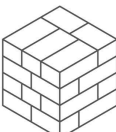


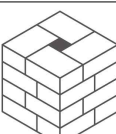





Fig. 2-22 Fishery box with embedded RFID tag in Europe

## 나. 어상자의 파렛트 적재방식

어상자는 수산물을 유니트로드는 도구로서 사용된다. 유니트로드를 하기 위해서는 위하여 각각의 어상자를 파렛트에 적재하는 쌓는 방식이 필요하다. 파렛트 적재 방식은 Table. 2-9와 같이 블록 적재, 벽돌 적재, 교대 배열 적재 및 풍차형 적재가 있으며 변형적인 것으로 스플릿 적재가 있다.

블록 적재는 팔레트에 제품을 각 단에 쌓아 올리는 모양과 방향이 모두 같은 방식을 말한다. 막대 적재, 일렬 적재라고도 한다. 교대배열적재는 한단은 제품을 모두 같은 방향으로 나란히 정할 수 있지만, 다음단은 방향을 90° 바꾸면서 교대로 겹쳐 쌓는 방식을 말한다. 풍차형 적재는 중앙에 공간을 두고, 그것을 둘러싸며 풍차형으로 쌓아 올리는 방식을 말한다. 보통 각 단을 교대로 방향을 바꾸면서 겹쳐 쌓는다. 마지막으로 분할 적재는 별도의 적재의 경우에 제품 상호간에 공간이 생기는 것을 말한다.

Table. 2-9 Patterns of stacking boxes on a pallet

Kinds	Form	
Block pattern, Row pattern		  (odd layer) (even layer)
Alternate tire row pattern		  (odd layer) (even layer)
Brick pattern		  (odd layer) (even layer)
Pinwheel pattern		  (odd layer) (even layer)
Split pattern		  (odd layer) (even layer)

이상의 적재 방식과 표준 파렛트 T11형 (1,100 × 1,100 mm), T12형 (1,200 mm × 1,000 mm) 각각에 따라 차량에 따라 물류효율이 다르다.

## 2.3.4. 어상자의 무선인식 기술

### 가. 바코드 무선인식 기술

바코드 (barcode)는 컴퓨터와 연결된 인식기를 이용하여 물체에 부착된 코드를 광학적으로 읽어 정보를 인식하는 기술로서 일정하고 다양한 폭을 가진 검은 bar라고 불리는 막대와 space라고 불리는 빈 공간들의 조합으로 문자 또는 숫자, 특수문자 등의 기호를 통해 정보를 표현하는 부호체계를 말한다.

바코드의 발명은 물류의 공급체인관리 (supply chain management)와 관계가 있다. 이 기술은 1940년대 미국 하버드 대학원생들이 자동화된 계산대 시스템을 연구 과제에서 태동했다. 그 후 상업적인 개발이 이루어졌고, 할인점이나 백화점에서 흔히 접하는 2차원식 바코드가 상용화된 것은 1970년대의 일이다.

바코드는 판매업계의 재고 추적과 관리 방식을 완전히 바꿔 놓았다. 바코드가 등장하기 전까지 유통점 들은 상품이 얼마나 팔렸는지, 얼마나 더 물건을 생산하거나 입고시켜야 하는지 파악하기 어려웠다. 바코드는 이러한 어려움을 단번에 해결해 주었고, 상품의 생산관리에서부터 판매 관리에 이르기까지 널리 활용되었다.

2008년 농림수산물식품부는 수산물추적이력시범사업에서 8개 품목 김, 염장미역, 건미역, 다시마, 넙치, 굴비, 건오징어, 바지락을 선택하여 가공 공장에서 대형할인점으로 출하되는 상품에 대하여 바코드 라벨 시범사업

을 시행하였다. 그러나 수산물 유통이 시작되는 위판장에서는 활용하지는 못하였고 2차 가공 후 라벨을 출력하여 상자에 포장하는 방식으로 시행되었다 (Korea Maritime Institute, 2008).

## 나. RFID 무선인식 기술

RFID (radio frequency identification)는 전파를 통해 일정 거리 내에 있는 IC (집적회로)를 인식하여 집적회로가 담고 있는 고유정보를 비롯하여 각종 데이터와 위치 등을 획득하는 기술이다. RFID 시스템이란 Fig. 2-23에 나타낸 것과 같이 전자태그라고 불리는 RFID 태그와 RFID를 기본으로 구성되며 RFID 인식기는 여러 가지 통신에 의하여 컴퓨터에 연결된다. 전자태그는 제품에 붙여진 상태로 생산, 유통, 보관, 소비의 과정에 대한 정보를 담는 역할을 한다.

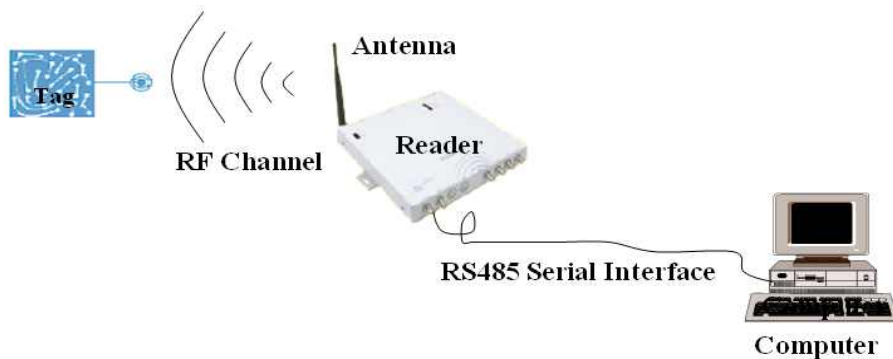


Fig. 2-23 Schematic diagram of RFID data collection system

RFID 시스템의 인식기는 전파를 발신하고 수신할 수 있는 안테나가 있으며 안테나에서 특정 주파수로 전자파를 출력한다. 태그에는 안테나

와 초소형 구조의 집적 회로로 이루어지는데 집적 회로 안에 정보를 기록하고 안테나를 통해 인식기에게 정보를 보내는 역할을 한다. RFID 태그에는 외부 신호에 감응하여 신호를 되돌려 보내는 장치 트랜스폰더(transponder)라고 한다. 외부 전파의 주파수가 전자태그와 일치되면 트랜스폰더가 가지고 있는 정보를 다시 전파로 발사하며, 인식기는 이 신호를 받아 컴퓨터에 전달하는 원리이다. RFID 시스템은 전자태그의 동력원에 따라 수동형(passive), 반수동형(semi-passive) 및 능동형(active) 세 가지로 분류된다. RFID 시스템의 인식성능은 전자태그의 통신주파수에 의하여 결정되며 사용주파수에 따른 특성은 Table 2-10에 정리하였다.



Table 2-10 Comparison of RFID tags using various frequencies

	Low Frequency	High Frequency	Ultra High Frequency		Microwave
	125KHz, 135KHz	13.56MHz	433.92MHz	860~930MHz	2.45GHz
Recognition distance	≤ 0.6 m	About 0.6 m	About 50~100 m	About 3.5~10 m (Manual)	About 1 m (Manual)
Characteristic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expensive</li> <li>- Little performance degradation by environment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Low cost</li> <li>- Suitable for fields requiring short recognition distance and multiple electronic tag recognition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Long recognition distance</li> <li>- Real-time tracking and detection of environment (humidity, shock, etc.) inside container</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lowest cost</li> <li>- Best multi-tag recognition distance and performance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Characteristics similar to 900 MHz band electronic tag</li> <li>- Affected by the environment most</li> </ul>
Operation type	Manual	Manual	Active	Active Manual	Active Manual
Recognition velocity	Low speed <-----> High speed				
Environmental effect	insensitive <-----> sensitive				
Size of tag	Large <-----> Small				

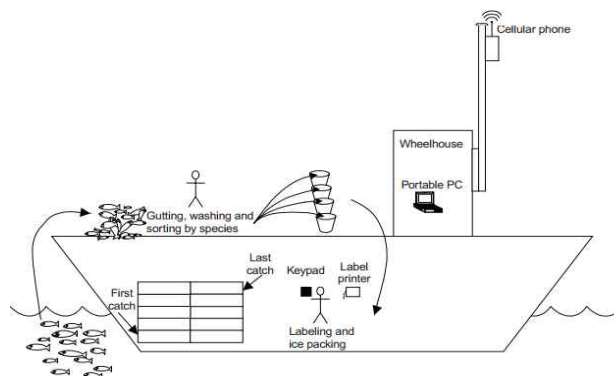
RFID는 1939년, 영국에서 IFF (Identification, Friend or Foe) 자동 응답기가 그 시초라고 알려져 있다. 이 기계는 비행기에 부착된 발신기의 신호를 레이더 기지국에서 수신하여 레이더에 포착된 비행기가 적군인지 아군인지를 구별하여 전파를 다시 발신하는 것으로서 능동형 RFID의 시초가 되었다. 이후 1973년 Mario W. Cardullo가 능동형 RFID에 관한 특

허를 신청한 이후 발전을 거듭하였다 (Glover, B. & Bhatt, H. 2007).

RFID 관련 수산물 물류에 관한 연구는 다른 물류에 비하여 늦게 시작되었다. Kelepouris et al. (2007)과 Huang et al. (2008)은 RFID 기술을 이용하면 물류의 이동경로를 추적할 수 있으며, 물류의 분실을 방지하며 많은 양의 정보를 함유하여 시스템적으로 비용 절감의 효과가 있다고 보고하였다. 이를 직접 수산물 물류이동에 적용한 사례로는 덴마크에서 냉장수산물체인에 활용한 예가 있다.

Frederiksen et al. (2002)은 수산물의 생산위치정보까지 저장하기 위한 방법으로 Fig. 2-24과 같이 바다에서 생선을 잡자마자 담는 용기에 RFID 태그를 부착하고 무선 서비스를 이용하여 정보를 업로드하게 하는 시스템과 Fig. 2-25과 같이 포장센터에서 다시 등급별로 선별하여 정보를 입력하여 다양한 유통경로로 물류가 이동하게 하는 시스템을 개발하였다.

FIGURE 5. The vessel operation after traceability procedures were adopted.



The information gathered in the present version of Info-fisk is shown

Fig. 2-24 Operation of the vessel after adopting the traceability procedure

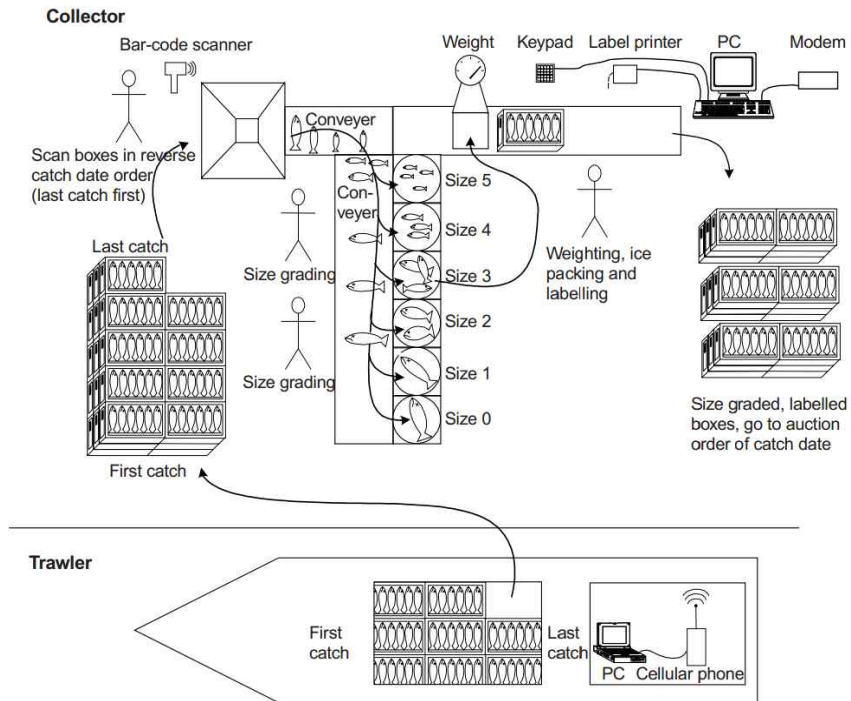


Fig. 2-25 The collector operation

비슷한 예로 Hsu et al. (2008)은 무선인식 기술을 살아있는 생선의 물류 이동에 적용하였다. Fig. 2-26과 같은 생선 물류이동 경로를 설정하고 살아있는 생선 하나하나에 RFID 태그를 부착하여 물류 센터에서부터 소비지역 마켓까지 가는 경로를 물류업자가 추적할 수 있고 또한 소비자나 판매자가 직접 웹에 접속하여 물류이동을 확인하거나 정보에 접근할 수 있는 시스템을 구축하였다.

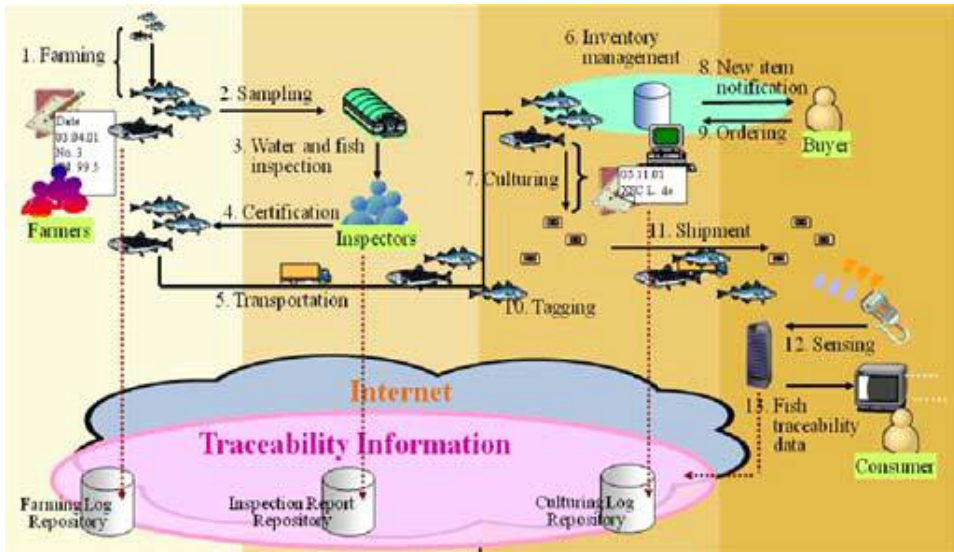


Fig. 2-26 The information flow and process in the live fish supply chain

Trebar et al. (2011)은 Fig. 2-27과 같은 생선 공급 체인 상황을 설정하여 EPC-Gen2 태그 and UHF RFID 인식기를 활용하여 인식률을 높이고 물과 얼음이 있거나 습도가 높은 환경에서도 인식에 성공하게 장비를 구축하였다. 또한 정보나 물류 이동 정보가 누락될 수 있는 경우에는 관리자가 직접 손으로 태그 인식기를 활용하여 정보를 업로드 할 수 있게 하였다. 그리고 이 모든 시스템이 원활하게 구동되기 위한 소프트웨어를 직접 제작하여 여러 가지 물류의 이동 경로에 적용 가능하게 함으로써 수산물 물류 이동에 무선인식 기술이 적용되어 보다 혁신적이고 현대적인 수산물 유통 시스템 구축이 가능함을 보였다.

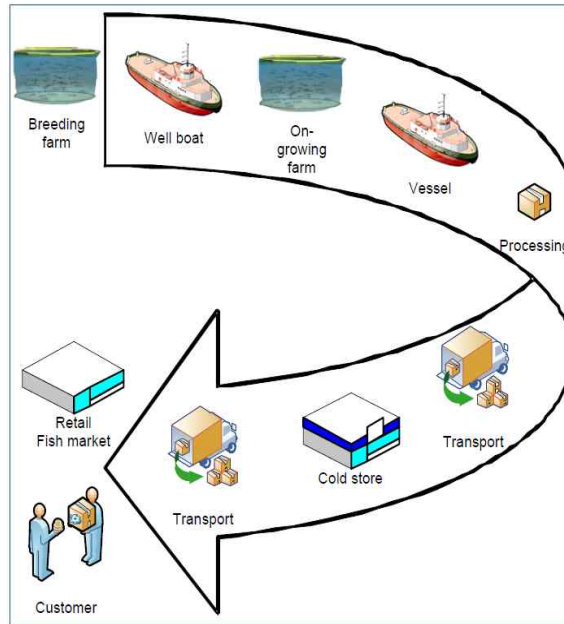


Fig. 2-27 Supply chain from fish farm to the private customer, retail and fish market

### 2.3.5. 어상자의 설계 기술

#### 가. 제품 개발 프로세스

설계란 ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology)의 커리큘럼 가이드라인에 의하면 “필요한 것을 만들기 위해 시스템, 요소, 프로세스를 고안하는 과정이다. 즉, 기초과학 수학, 공학을 적용해 자원을 목표에 부합하도록 가공하는 의사 결정이다.”라고 정의하고 있다. 설계 프로세스의 본질적 요소는 목표와 기준을 세우고 조합, 분석, 구조, 시험, 평가하는 과정이다. 설계를 한다는 의미는 수익을 내고 후에는 사회에 기여할 수 있는 신제품을 창조한다는 의미이다.

일반적인 제품 설계 프로세스는 Fig. 2-28과 같다. 목적 또는 필요를

인식하고 문제를 설정 후 개념을 만들어 간다. 제품에 대한 가능성을 검토하며 설계를 진행하고 평가를 하는 것이 공학 설계의 프로세스이다.

본 연구에서 개발하고자 하는 어상자의 설계에 대한 문헌이나 연구 사례는 찾을 수 없었으므로 일반적 절차를 따르되 어상자 설계를 위한 개발 프로세스를 개발할 필요가 있다.

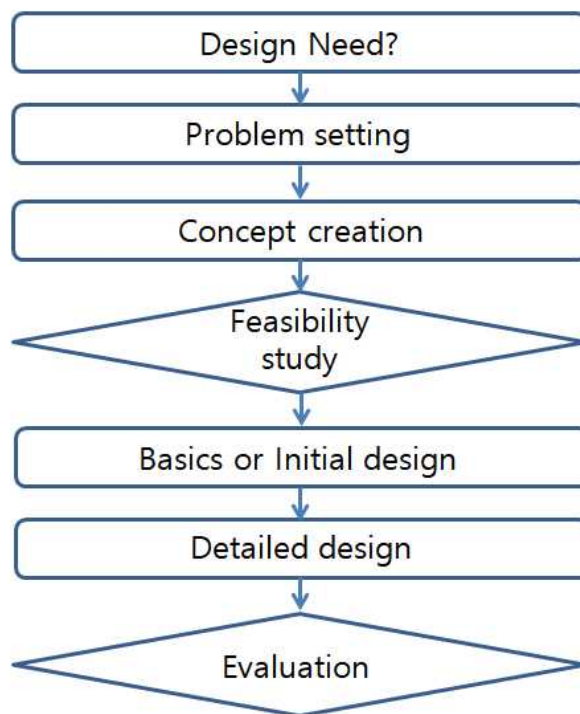


Fig. 2-28 Engineered product design process

## 나. 유한요소해석

수송포장 용기 개발에 사용되는 구조해석에는 유한 요소해석이 사용된다. 유한 요소 해석의 순서는 Fig. 2-29와 같이 구조물을 모델링, 유한

요소모델링, 하중조건과 구속조건 선택, 해석 및 검토 단계로 진행한다.

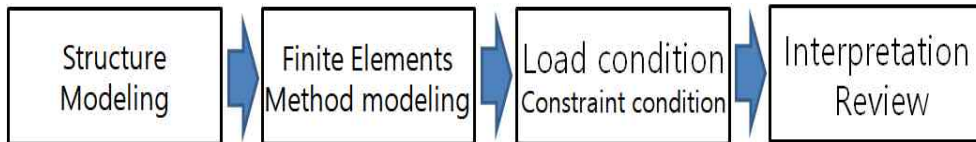
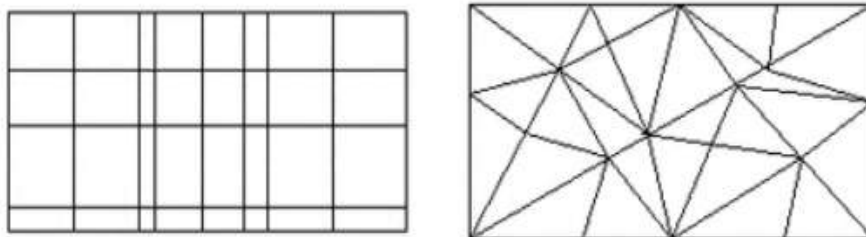


Fig. 2-29 Sequence of finite element analysis

유한요소법은 정확한 이론해를 구하기 어려운 문제에 대한 수치적인 근사해법 (approximation method)이다. 유한요소해석은 분석할 물체의 공간 도메인 (spatial domain)을 매우 작은 공간메쉬 (volume mesh/grid)로 이산화 하고, 각각의 메쉬에 대하여 변형방정식을 세워 적절한 수치 알고리즘을 이용하여 계산하는 방정식이 있다. 따라서 메쉬의 조밀도나 quality에 따라 해석의 소요 시간, 정확성 등이 달라질 수 있으며 계산 값에 영향을 줄 수 있어 적절한 타입, 수 등의 메쉬를 구성하는 것이 중요하다.



(a) Orthogonal mesh

(b) Non-orthogonal mesh

Fig. 2-30 Type of surface mesh

메쉬의 형태는 Surface 메쉬 (평면셀)는 크게 직교메쉬 (Orthogonal

mesh, linear mesh, 정렬메쉬)와 비직교메쉬 (Non-orthogonal mesh, nonlinear mesh, 비정렬메쉬)의 두 가지 종류로 분류된다. 이 두 가지 메쉬는 특성이 크게 차이난다. Fig. 2-30 (a)와 같이 정렬메쉬는 간단히 바둑판처럼 분할되기 때문에 분할도 쉽고 조절도 쉬운 반면 복잡도가 요구되지 않는 불필요 지역까지 한꺼번에 메쉬가 늘어나기 때문에 효율이 많이 떨어진다. 정렬메쉬를 사용하는 알고리즘들은 미적분을 대수연산으로 처리하기 때문에 통상적으로 Fig. 2-30 (b)와 같은 비정렬메쉬를 쓰는 알고리즘보다 훨씬 많은 양의 메쉬를 소화할 수 있다.

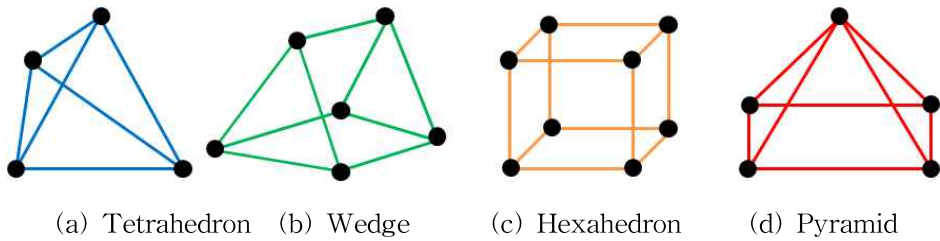


Fig. 2-31 Linear of 3D Solid elements

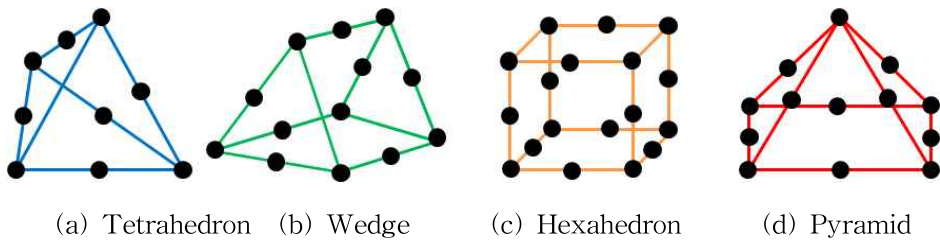


Fig. 2-32 Quadratic of 3D Solid elements

3차원형태의 격자인 볼륨메쉬는 Fig. 2-31, 2-32와 같이 크게 사면체 (Tetrahedron)와 육면체 (Hexahedron) 등으로 나눌 수 있는데 여기서



육면체는 정렬메쉬에 해당하며 사면체는 비정렬메쉬에 해당한다. 정렬메쉬의 장점으로는 비정렬메쉬에 비해 적은 요소 (elements)수를 유지하면서 더 많은 node를 갖는 메쉬를 생성할 수 있으며 Boundary layer등 좁은 지역에 작은 요소를 집어넣어도 문제가 없다. 하지만 비정렬메쉬의 경우 일정 크기 이하로 작아질 수 없는 한계가 있고 요소수가 너무 많아져 계산이 오래 걸리고 수렴에 문제를 야기할 수 있다. 또한 정렬메쉬의 품질이 비정렬메쉬에 비해 높다는 장점도 빼놓을 수 없다. 그러나 정렬격자를 구성하는 시간에 비해 비정렬 격자 구성 시간이 적게 걸리고, 매우 복잡한 형상의 경우 정렬격자 구성이 어려울 때가 있어 일부 파트는 비정렬메쉬로 하고 나머지는 정렬메쉬로 구성하는 방법을 택하기도 한다.

메쉬의 품질은 해의 수렴성과 정확한 해석결과 그리고 해석 속도를 결정하는 매우 중요한 특성이므로 왜도 (skewness), 평활도 (smoothness), 종횡비 (aspect ratio), 지나치게 왜곡된 메쉬 생성 제한 (distortion), 조밀도 등 여러 항목들을 체크하여 높은 품질의 메쉬를 구성할 수 있다. 그러나 지나치게 많은 수의 메쉬는 많은 계산 시간을 요구하고, 너무 적은 수의 메쉬는 정확하지 못한 결과의 원인이 될 수 있다.

## 다. 구조 해석 소재 물성과 이론

일반적으로 정 하중 해석을 하고자 할 경우, 필수적인 물성은 탄성률 (Young's modulus 혹은 lastic modulus)과 포아송비 (Poisson's ratio)이다. 플라스틱의 구조해석에서는 탄성률과 포아송비 만으로는 정확한 해석을 할 수 없기 때문에 재료 거동을 나타내는 strain-stress curve가 필

요하며 Fig. 2-33와 같이 플라스틱의 전형적인 거동을 해석에 포함시키면 탄성 구간을 포함하여 소성 구간까지 해석 영역을 확대할 수 있다.

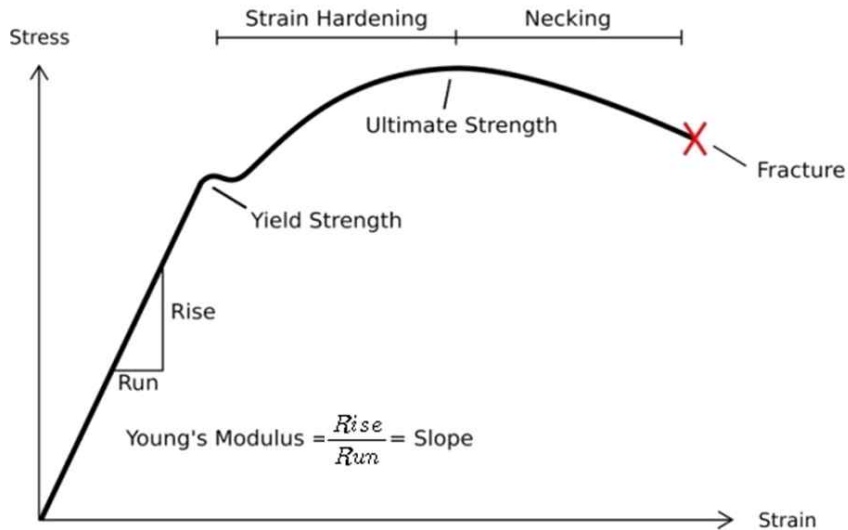


Fig. 2-33 Strain-stress curve

탄성률 (elastic modulus)은 재료가 작은 하중에서는 탄성적으로 변형하며 응력과 변형량이 비례하는데 이를 후크의 법칙 (Hook's law)이라고 한다. 일반적으로 종탄성률 (E, Young's modulus)과 횡탄성률 (G, shear modulus)이 있으나 보통의 경우 종탄성률을 의미하며, 재료의 거동이 매우 작은 선형 탄성 영역에 있다고 판단될 경우에는 탄성률 (E)과 포아송비 ( $\nu$ )만 있으면 정하중 구조해석이 가능하다.

포아송비는 특정한 한 축 방향으로 하중을 가하여 그 방향으로 변형이 일어날 때, 다른 축 방향으로 반대부호의 변형이 일어나는 비율을 의미한다. 즉 인장 시편을 잡아당길 때 하중 방향으로 늘어난 변형량에 대

하여 하중의 수직 방향으로 줄어드는 변형량의 비율이다. 후크의 법칙 (Hooke's law)이 성립되는 가정을 사용하였기 때문에 기본적으로 탄성 구간에서만 사용가능하며, 이론적으로 0보다 크고 0.5보다 작은 값을 갖는다.

구조해석에서는 포아송비를 필수로 입력해야 하는데, 대부분의 수지에 대해서 포아송비가 잘 알려져 있지 않기 때문에 해석을 진행하는데 어려움이 많다. 이럴 때는 가능한 유사한 수지에 대한 포아송비를 재료 공급사에 문의하여 사용한다.

유한요소해석의 기본적인 이론식은 재질이 등방성 (isotropic)인 선형 탄성 재료에 대하여 응력과 변형률의 관계를 후크의 법칙에 의하여 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

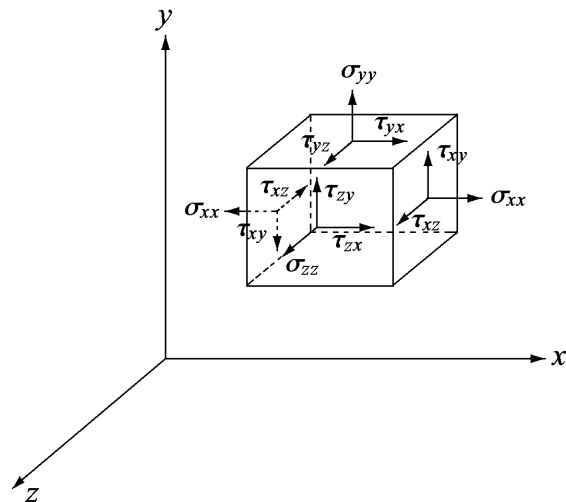


Fig. 2-34 Three dimensional stress condition

$$\varepsilon_{xx} = \frac{1}{E} \{ \sigma_{xx} - \nu (\sigma_{yy} + \sigma_{zz}) \} \quad \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \dots\dots\dots \text{Eq. 2}$$

$$\varepsilon_{yy} = \frac{1}{E} \{ \sigma_{yy} - \nu (\sigma_{xx} + \sigma_{zz}) \} \quad \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \dots\dots\dots \text{Eq. 3}$$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{1}{E} \{ \sigma_{zz} - \nu (\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) \} \quad \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} \dots\dots\dots \text{Eq. 4}$$

here, E = Young's modulus

$\nu$  = Poisson's ratio

G = Shear modulus

$\varepsilon_{xx}$ ,  $\varepsilon_{yy}$ ,  $\varepsilon_{zz}$  = Strain component in the x, y, and z direction

$\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\sigma_{zz}$  = Normal stress in the x, y, and z direction

$\tau_{xy}$ ,  $\tau_{yz}$ ,  $\tau_{zx}$  = Shear stress in the xy, yz, and zx plane

Eq. 2, Eq. 3, Eq. 4를 선형대수식으로 표현하면, Eq. 5와 같은 식으로 표현 할 수 있다.

$$\left\{ \begin{array}{c} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \\ \gamma_{xy} \end{array} \right\} = \left[ \begin{array}{cccccc} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & \frac{1}{E} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{G} \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{c} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \\ \tau_{xy} \end{array} \right\} \dots\dots\dots \text{Eq. 5}$$

Eq. 5를 역으로 표현하면 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\left\{ \begin{matrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{zz} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \\ \gamma_{xy} \end{matrix} \right\} = \left[ \begin{matrix} \frac{1-\nu}{1-2\nu} & \frac{\nu}{1-2\nu} & \frac{\nu}{1-2\nu} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\nu}{1-2\nu} & \frac{1-\nu}{1-2\nu} & \frac{\nu}{1-2\nu} & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\nu}{1-2\nu} & \frac{\nu}{1-2\nu} & \frac{1-\nu}{1-2\nu} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{matrix} \right] \left\{ \begin{matrix} \varepsilon_{xx} \\ \varepsilon_{yy} \\ \varepsilon_{zz} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \\ \gamma_{xy} \end{matrix} \right\} \dots\dots\dots \text{Eq. 6}$$

식 Eq. 6에서 E와 ν는 상수이므로 임의점에서 변형률을 구하면 그 점에서의 응력도 쉽게 계산할 수 있음을 알 수 있다. 위의 식을 간략하게 표현하면 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$\{\sigma\} = [D] \{\varepsilon\} \dots\dots\dots \text{Eq. 7}$$

here,  $\{\sigma\}$  = Stress

$\{\varepsilon\}$  = Strain vector

$[D]$  = Matrix of elasticity

## 2.4. 어상자 관련 표준

### 2.4.1. 국내 어상자 관련 표준 현황

#### 가. 수산물 포장 관련 법령 및 규칙 현황

수산물의 포장 및 용기의 재질과 규격을 정하여 수산물의 품질관리

와 유통질서를 확립하고자 1973년 4월 14일 “수산물의 포장 및 용기에 관한 규칙”을 제정하였고 수산물 거래는 두름<sup>2)</sup> 등 오랜 관행에 의한 단위로 거래되어 오고 있었는데 1983년 3월 1일부터 이를 중량 단위로 실시토록 했으나 중량 단위 자체가 정해져 있지 않아 이행이 잘 되지 않았다.

이에 1991년 3월 28일 「수산자원보호령」 개정 시 품목별 거래 단위의 표준규격을 정하여 수산물의 규격화를 추진하였다. 모두 6종으로 분류된 어상자 치수 규격이 표준 파렛트 치수와 정합되지 않아 표준 파렛트의 활용도가 적고 수산물의 물류환경 변화 및 포장재 기술의 발달로 재질 중심의 규제 필요성이 대두 되었으며, 수산물의 규격화, 위생관리 등은 타 법령 (수산물 품질관리법 시행규칙)에서도 규정하여 유효성이 상실되어 2006년 폐지되었다.

국립수산물 품질관리원에서는 2007년 물류비 과다 및 경쟁력 약화 등 유통 상 문제가 있었던 유통현실을 바로 잡고, 물류표준화 기반을 마련코자 산물 포장을 규격화하는 수산물 표준 규격을 제정 고시하였다. 표준거래단위 3 kg, 5 kg, 10 kg, 15 kg 및 20 kg 을 기본으로 하여 한국산업표준에서 정한 발포폴리스틸렌 상자의 포장 규격 및 KS T 1002 에서 정한 수송포장계열치수 T11형 파렛트의 평면 적재효율이 90 % 이상인 것을 우선 적용하였으나 산지위판장과 물류센터 등 현장에서는 수산물 표준 규격과 다른 종류와 치수의 어상자를 많이 사용되고 있으며, 특히 2006년 폐지한 “수산물의 포장 및 용기에 관한 규칙”의 4호 상자를 가장 많이 사용하는 상황이다.

---

<sup>2)</sup>조기 따위의 물고기를 짚으로 한 줄에 열 마리씩 두 줄로 엮은 것을 세는 단위

국내 표준 파렛트의 경우 2013년 12월 기존 T11형 파렛트에서 T12형 파렛트가 추가되어 T11 파렛트에 정합되어 규정되어 있던 수산물 표준규격의 포장 치수 개정이 필요하며, 포장재료는 발포폴리스티렌, 골판지 상자 및 폴리에틸렌포대에 대한 규정은 있으나, 플라스틱 용기에 대한 규정이 없어 개정이 필요한 상황이다.

## 나. 순환물류용기 관련 국가 표준 현황

순환물류용 플라스틱 용기에 대한 우리나라의 표준 현황을 살펴보면 Table 2-11과 같이 1995년 이후 4종의 한국산업표준(KS)이 제정되었고, 2004년에 1종의 물류표준설비인증규격이 제정되었다.

Table 2-11 Standards for returnable plastic container

Standard	Year of publication	Descriptions
KS T 1081	1994	Plastic container for transportation
KS T 1347	2011	Returnable plastic shipping container
KS T 1348	2011	Returnable transport container test method
KS T 1202	2014	Plastic returnable container with RFID tag
LS A 1613	1994	Plastic container for transportation

1994년 제정된 KS T 1081은 4가지 형태의 일반 용도의 회수용 플라스틱 상자에 대하여 규정하고 있다. 제정 당시 치수 규격은 수송포장계열 치수 69종을 모두 사용할 수 있도록 정하고 있어 정형화된 표준규격

없이 범용으로 사용할 수 있는 표준이었으나, 농산물이나 수산물의 경우 유통 구조의 특성상 사용하는 용기의 치수가 한정되어 있어, 회수 비용의 절감을 위해 주로 사용하는 용기의 치수를 별도로 지정하여 표준화할 필요함에 따라 2002년 농산물 용기 중 가장 많이 유통되고 있는 치수 4종과 현장 조사를 통해 분석한 수산물 전용 용기 1종의 치수규격을 별도로 설정하고 있다.

한편 T12형 파렛트가 국가 표준 파렛트로 복수 지정됨에 따라 T11형 및 T12형 공용포장 모듈 치수를 반영하여 2014년 개정되어 수산물 포장용기가 기존 1종에서 3종으로 변경되었다.

Table 2-12 Dimension of fishery container (KS T 1081)

Before the amendment in 2014			After the amendment in 2014		
Length	Width	Height	Length	Width	Height
550	366	170	550	366	-
			600	400	-
			600	500	-

2011년 KS T 1347, KS T 1348 2종의 한국산업표준이 제정되어 재사용 가능한 플라스틱 수송용기의 일반 요건과 시험 방법에 대해서 규정하고 있다. 유럽 표준 EN 13117-1 및 -2의 기술적 내용을 참고하여 작성한 표준으로 식품과 비식품의 제조부터 소매 거점까지 사용되는 재사용 가능 수송용기의 일반 요건 및 성능에 대하여 규정하였으며 용기의 치수를 구체적으로 명시한 기존 한국산업표준과는 달리, ISO 3676 및



ISO 3394의 표준포장모듈을 기초로 하여 표준 파렛트로부터 도출된 600×400 mm, 550×366 mm 및 600×500 mm 모듈 치수, 그리고 이 면적의 분할 또는 배수 면적을 기본으로 하여 나뉘거나 곱이 되는 표준 치수를 규정하였다.

유통과정에서의 정보화 기반 구축을 위해 물자의 위치와 경로 추적에 대한 요구가 급증하면서 Fig. 2-35과 같이 운반용기에 RFID를 안전하고 간단하게 장착할 수 있는 방법과 필요한 장치, 요구조건 등을 명시한 RFID 태그가 장착된 플라스틱제 회수용기에 대한 KS T 1202에 2014년 제정하였는데 중첩형 손잡이식 용기에 RFID 상자 삽입부와 결합할 수 있도록 결합돌기에 설치되어 유통 중 RFID가 분리되지 않도록 하는 RFID 상자 및 삽입부에 대해 규정도 추가하였다.

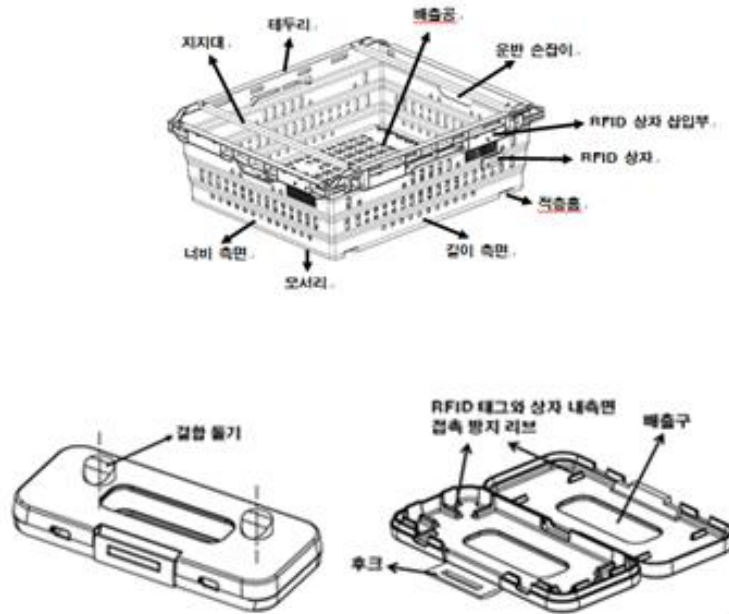


Fig. 2-35 Plastic returnable container with embedded RFID tag in  
KS T 1202

기존 KS T 1202에는 T12형이 표준으로 추가되면서 T11형 및 T12형 파렛트에 공통으로 적재효율이 높은 500 × 300 mm, 600 × 500 mm를 포함한 4종의 표준 치수를 규정하였다.

Table 2-13 Dimension of standard container (KS T 1202)

Container numbers	Length (mm)	Width (mm)
1	550	366
2	660	440
3	500	300
4	600	500

RFID 태그가 장착된 플라스틱제 회수용기에 대한 KS T 1202는 RFID 태그가 장착된 새로운 개념의 플라스틱제 용기임에도 1994년에 제정된 KS T 1081 (구 KS A 1613)의 시험 방법을 인용함으로써, RFID의 유통 중 안정성에 대한 평가 방법이 포함되어 있지 않고, 용기의 강도를 평가하는 시험 방법 역시 재사용 되는 순환용기의 성능을 평가하기에 충분하지 않은 것으로 판단된다. 2004년에는 유닛로드 시스템 통칙과 정합되는 품목 중 주로 수송, 운반, 보관, 출하에 반복해서 사용할 것을 목적으로 LS A 1613(플라스틱제 운반용 회수용기)을 제정하였다. 단체표준으로는 한국플라스틱공업협동조합연합의 SPS-KPS M 4001-0841 (플라스틱제 운반용 회수용기)이 있으며 이 표준은 주로 청과물 등의 출하에 반복해서 사용할 것을 목적으로 하는 플라스틱제 운반용 회수용기에 대해 규정하고 있다.

## 2.4.2. 국외 어상자 관련 표준 현황

### 가. 유럽 표준 (EN)

표준화기구를 중심으로 환경보존을 위해 재이용 가능한 운반용기를 장려하는 목적으로 소단위화물 운반용기 모듈화 시스템 요소 및 내구성 시험방법 등을 규정한 EN 표준을 제정하였다.

- EN 13117-1, Transport packaging - Reusable, rigid plastics distribution boxes - Part 1 : General purpose application
- EN 13117-2, Transport packaging - Reusable, rigid plastics distribution boxes - Part 2 : General specifications for testing
- EN 13199-1, Packaging - Small Load Carrier System - Part 1:

Common requirements and test methods

- EN 13199-2, Packaging - Small Load Carrier System - Part 2: Column\Stackable System (CSS)
- EN 13199-3, Packaging - Small Load Carrier System - Part 3: Bond Stackable System (BSS)

치수는 유럽 표준 파렛트 (1,200 × 800 mm)로부터 도출된 300 × 200 mm, 400 × 300 mm, 600 × 400 mm 모듈 치수이며 면적의 분할 또는 배수 면적을 기본으로 하여 나뉘어 되는 표준 치수 및 내구성 평가를 위한 낙하시험, 적재시험, 바닥 휨 시험, 진동 시험 방법 및 성능 기준을 규정하고 있다. 플라스틱제 순환용기의 내구성 평가를 위하여 낙하시험, 적재시험, 바닥 휨 시험, 진동시험의 시험방법 및 성능 기준도 규정하고 있다.

## 나. 미국의 AIAG 회수용 용기 가이드라인

미국자동차산업협의회 (AIAG)에서는 자동차부품 공급망에서의 협업을 통해 유통 비용 및 복잡성을 줄이고, 부품의 시장 공급 속도를 최적화하기 위해 순환용기에 대한 가이드라인을 제정하였다.

- AIAG RC-2, Dimensional and Functional Guidelines for Small Parts Container
- AIAG RC-5, Returnable Containers Management Guideline
- AIAG RC-9, Returnable Container Performance Test Guideline
- AIAG RC-11, Standard Returnable Fastener Container System

## 다. ISO 표준

2012년 9월 독일 베를린에서 개최된 ISO/TC122 본 회의에서 국내에서 발의한 WG13 (returnable transport system) 설치 합의하고 국내 전문가가 컨비너와 프로젝트 리더를 수입하여 현재 제안한 “순환물류용기-일반요구사항 (TC122/WG13)” 및 “순환물류용기-시험평가방법 (TC122/WG13)”이 2015년 현재 CD 단계로 추진되었다.

- Transport packaging - Reusable, rigid plastics distribution boxes - part 1: General purpose application, part 2: General specifications for testing

## 라. FAO 어류상자 표준 요건

어선 및 유통단계에서 사용되는 목재, 플라스틱제, 알루미늄 어상자의 요구사항에 대하여 규정하며, 그 중 Table 2-14와 Fig. 2-36에서와 같이 플라스틱 상자의 경우, 용기 형태 및 적재하중, 합성세제에 대한 내세척성 및 순환용 용기의 치수 규정하였다.

Table 2-14 Dimension of FAO standard container

Type	Size (mm)	Volume (l)	Weight (kg)	Box type
A	600×400×147	26	1.5	Stacking
B	600×400×125	22	1.3	Nesting
C	610×650×155	42	3.0	Nesting
D	844×514×190	70	5.0	Stacking
E	844×514×260	90	5.8	Stacking

A : Used inside the factory to process fish and small fish

B : It is used similar to Type A and is also used in fishing boats. Box is made of HDPE material and can be used to contain frozen aquatic products or processed marine products.

C : has the same use as type D in aluminium. and it has also the same design. The box can be delivered with perforated bottom.

D and E : have the same use as wooden boxes type D and aluminium alloy boxes type E

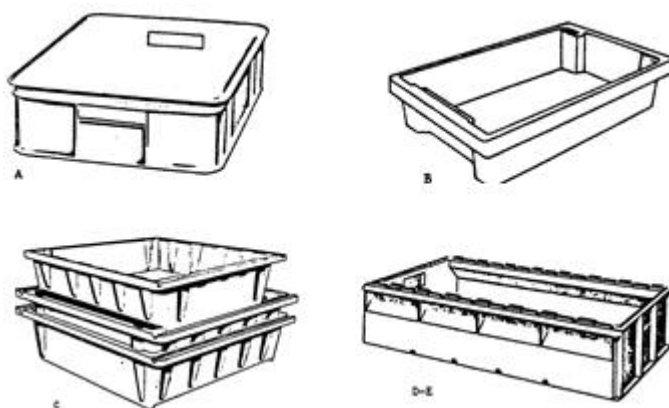


Fig. 2-36 FAO standard plastic fishery boxes

### 2.4.3. 식품 포장재의 위생 안전성 관련 관리제도

#### 가. 한국

한국은 식품의약품안전처고시 제2016-51호에서 식품과 직접 접촉하여 식품으로 이행될 우려가 있는 유해 물질에 대하여 각 재질별로 기준규격을 설정하여 국내 유통 중인 식품용 기구 및 용기 포장의 안전 관리를 실시하고 있다. 현재 합성수지제(41종), 셀로판, 고무제, 종이제 등 재질에 따라 최종제품에 대하여 원료성분에서 유래될 수 있는 물질에 대하여 재질규격 및 용출규격을 설정하여 관리하고 있다.

국내 제조 기구 및 용기 포장류에 대하여는 동일 재질별로 3개월마다 1회 이상 기준 적합 여부에 대한 '자가품질검사'를 실시하도록 관리하고 있으며 시중에 유통 중인 제품에 대하여도 '정기 또는 특별 수거검사'를 통하여 기준규격에 적합한 제품만이 유통되도록 관리하고 있다.

#### 나. 일본

일본의 식품 포장재의 안정성은 식품위생법 (1947)과 식품안전기본법 (2003)에 따라 관리되며, 식품위생법은 총칙, 식품 및 첨가물, 기구 및 용기·포장, 표시 및 광고 등으로 구성되어 식품으로부터 국민의 건강을 보호하고 건강 위협의 발생을 막기 위한 전반적인 항목들에 대해 관장하고 있다.

## 다. 미국

미국은 1938년 제정, 시행된 식품, 의약, 화장품에 관한 연방 법률 (FFDCA : Federal Food, Drug and Cosmetic Act)에 1958년 식품 첨가물 항목이 추가하면서 식품접촉물질에 대한 규제의 기틀을 마련하였다. 식품접촉소재 및 제품 내 함유물질을 간접식품첨가물로 규정하고 식품첨가물과 동등한 수준으로 허가인가제를 통해 규제하는 등 안전성확보시스템을 구축 하였다. 1997년 연방 식품, 약품, 및 화장품법이 식품안전현대화법 (FDAMA : Food and Drug Administration Modernization Act)으로 개정, 식품접촉물질의 신고제도 (FCN : Food Contact Notification)가 도입되면서 기존의 식품첨가물신청제도 (FAP : Food Additives Petition)와 이원화 되었다. 또한 21 CFR (Code of Federal Regulation) Part 174~178을 통해 소재, 용도별 사용 가능한 식품접촉물질, 사용량 등을 규정하고 있다.

## 라. 유럽연합

식품포장관련 법령이 유럽 내 국가별로 다르므로 이를 통합하는 작업으로 유럽연합에서는 가맹국 간의 법령으로 운영되는 Directive를 관련 이사회 (European commission)에서 채택하여 공포하였다.



### 3. 회수용 어상자 개발

#### 3.1. 연구배경 및 목적

우리나라 수산물 유통의 어민이 어획 후 수산물을 양육하고 경매를 통해 중도매인에게 수산물을 판매 하게 된다. 특히 선의 경우 이 경매를 시작으로 수산물이 80% 이상 소비자에게 이동된다. 현재 국내 수산물 경매에서 사용하는 어상자는 Table 3-1과 같으며 이중 가장 널리 사용되는 것은 나무 재질로 된 4호 규격 570×350×90 mm이다.

Table 3-1 Specifications of fishery boxes in Korea

Materials	Box name	Standard capacity (kg)	Inside dimension (mm)			Thickness (mm)		
			Length	Width	Height	Floor	Side	Cross
Wood Corrugated board, Plastics	No.1 Box	6	260	280	50	above 7	above 9	above 12
	No.2 Box	8	570	310	60	above 7	above 9	above 12
	No.3 Box	10	570	340	80	above 9	above 9	above 12
	No.4 Box	15	570	350	90	above 9	above 9	above 12
	No.5 Box	20	610	360	100	above 9	above 9	above 12
	No.6 Box	30	680	380	100	above 9	above 9	above 12

나무 어상자는 1980년대 이후 지금까지 오랜 기간 수산물 유통에 거래단위, 포장단위로 사용되었다. 그러나 국민에게 안전하고 값싼 먹거리

를 제공해주어하는 대표 식품을 포장하는 도구로서 문제를 가지고 있다. 국가 표준 파렛트 적재효율이 72.2%에 불과해 포장규격 표준화에 따른 일괄수송체계 구축을 통한 물류 효율화를 크게 저하시킨다. 물류특성과 수송 수단 및 저장보관, 적재방법 등을 고려한 국가 표준파렛트 (T-12형)의 90% 이상까지 향상 시키는 연구가 필요하며 규격과 재질뿐만 아니라 어획, 운송 및 보관 등의 유통과정에서 사용행태를 고려하여 어상자의 구조와 형태를 설계해야 한다.



Fig. 3-1 View of traditional fisheries product market in Korea

어상자로 가장 많이 사용하는 재질은 나무로 위생관리가 어렵다는 단점이 있다. 위생을 위하여 세척하더라도 세균을 온전히 제거하기 힘들다. Fig. 3-2와 같이 국내 어상자는 단순히 물 세척만을 하여 재사용하고 있으며 나무라는 재질로 인하여 잔존세균수의 변화는 크지 않다. 반복 재사용하는 어상자는 세척문제가 해결되지 않는다면 안전한 수산물 유통은 어렵다. 반복 재사용은 경제적이며 자원 순환의 일환으로 세계적

으로 많은 분야에서 진행되고 있다. 그러나 식품을 취급하는 도구로서 위생을 담보하지 않는다면 아무리 좋은 도구라도 사용이 어렵다. 더욱이 표준 파렛트와의 정합성이 낮은 어상자는 물류에도 문제가 있다. 따라서 표준 파렛트와 정합성을 가지며 적재 효율이 높고 반복사용이 가능하고 세척도 용이한 플라스틱 회수용 어상자를 개발하고자 하였다.



Fig. 3-2 Cleaning of wooden fishery box with water in Korea

## 3.2. 재료 및 방법

### 3.2.1. 어상자 설계 프로세스

어상자의 체계적인 개발을 위하여 설계 및 개발 프로세스를 Fig. 3-3과 같이 정하였다. 개발 프로세스는 사용자 위관장의 어상자에 대한 요구사항 및 현장 조사를 실시하여 적용 가능한 용기의 형태를 고려하여 타당성 검토 후 제품 설계와 그에 대한 구조해석으로 문제점을 사전에 파악하였다. 디자인 설계는 사용자 환경을 고려하여 품질 및 강도에 문제가 발생하지 않도록 구조해석을 통하여 충분히 검증하고 시제품으로 현장 테스트를 진행하여 구조해석으로 발견하지 못한 문제점은 디자인 설계에 반영하도록 프로세스를 진행하였다.

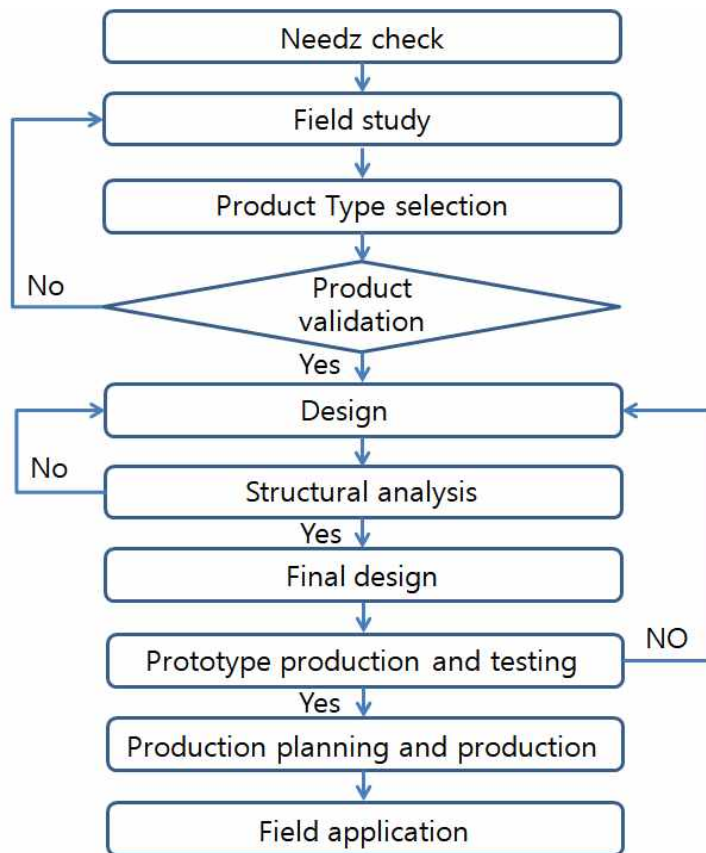


Fig. 3-3 New product development process

특히 현장 조사 이후 실제 제품이 완성되기 전까지 설계 프로그램 Catia, 설계되어진 구조의 해석 시뮬레이션 프로그램 ANSYS 17.1, 파렛트와 차량, 해상용 컨테이너 등의 적재효율 및 적재 방식 등을 시뮬레이션할 수 있는 CAPE 2.07, Cube Designer Pro 등의 프로그램을 통해 수송포장 용기를 제작하기 전에 충분히 시뮬레이션하여 최적의 결과를 도출하도록 하였다.

### 3.2.2. 어상자의 규격과 형태 설계

#### 가. 어상자 규격 선정

개발할 어상자의 규격을 정하기 위하여 현재 정부에서 규정한 규격과 수산물 위판장 현장 조사를 하였다. 현장조사는 영광군수협, 목포수협, 신안군 수협, 부산국제수산물도매시장, 제주한림수협, 제주수협 등에서 담당자 대면조사를 실시하여 어상자 현황과 문제점을 파악하였다.

플라스틱 어상자에 대한 현장의 요구사항을 요약하면 다음과 같다.

- ① 조업 중 바람에 날리지 말 것
- ② 입상 후 바닥에서 쉽게 끌 수 있을 것
- ③ 물과 접촉 시 미끄럽지 말 것
- ④ 입상 후 다단 적재 운송 중 상자의 유격으로 인한 흔들림 발생 없을 것
- ⑤ 뒤틀림으로 인한 내용물 쏟아짐 없을 것
- ⑥ 쉽게 파손되지 않을 것
- ⑦ 저렴한 가격일 것
- ⑧ 고리 사용이 가능할 것

어상자에 대한 현장조사 결과 대부분 목상자 4호 570 × 350 × 90 mm (내측 기준)를 사용하여 경매를 진행하였으며 상자의 중량은 2 kg, 제품 입상시 입상 시 16~20 kg이었다. 목상자의 가격은 신품 1,300 원/매, 중고 재사용 제품은 700 ~800 원/매 으로 조사되었다. 재사용 빈도는 간단한 물 세척 후 5회 정도 반복사용 하고 있었으며 특이사항으로 어상자를 취급할 때에 Fig. 3-4에 나타난 갈고리와 적재받침대를 사용하

였다. 사용 형태는 대부분 수산물을 용기의 높이 보다 높게 담아 다단적  
제가 어려워 별도로 제작된 상자 적재용 기구를 사용하고 있었다.



Fig. 3-4 Tools for fishery box handling in Korea  
(hook and multi-stage lading tool)

또한 가장 널리 사용되는 목상자 4호의 높이는 100 mm인데 Fig.  
3-5와 같이 수산물의 신선도 유지를 위해 얼음을 고봉으로 쌓기 때문에  
여러 층 적재하는데 문제가 있었다. 수산물 전문가의 의견 역시 신선한  
수산물을 위하여 얼음이 필요하며 현재의 목상자 4호는 높이가 낮아 얼  
음의 양이 적어 문제가 있다는 것이다. 따라서 적당량의 얼음과 고봉입  
상의 문제를 해결하기 위하여 높이 100 mm가 아닌 그 이상이 되어야  
한다.



Fig. 3-5 Fishery boxes overloaded with ice cubes

현장조사를 바탕으로 어상자의 규격을 정하기 위하여 사용한 설계 기준은 다음과 같다.

- ① 어상자는 우리나라 표준 파렛트 T11형 (1,100 × 1,100 mm), T12형 (1,200 mm × 1,000 mm)에 대하여 최적의 적재효율을 갖추어야 한다.
- ② 어상자는 경매에서 가장 많이 사용되는 4호 상자 크기 (570 × 350 × 90 mm)와 유사한 적재량을 가져야 한다.

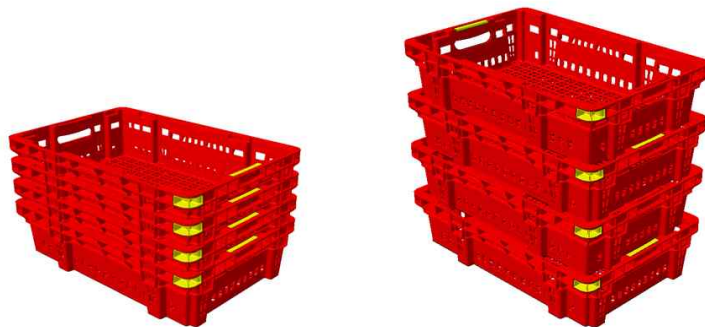
어상자의 규격은 길이와 폭 및 높이로 구성되는데 어상자의 치수를 정하기 위하여 우리나라에서 판매되고 사용되는 상자의 규격을 조사하였다. 조사한 어상자의 규격은 Table 3-2와 같으며 적재성과 물류효율을 비교하였다.

Table 3-2 Dimensions of the fishery boxes for efficiency simulation

Identification	Dimensions (mm)	Identification	Dimensions (mm)
Test box 1	570 × 350 × 90	Test box 7	540 × 340 × 150
Test box 2	550 × 336 × 150	Test box 8	570 × 360 × 95
Test box 3	620 × 400 × 150	Test box 9	620 × 400 × 140
Test box 4	570 × 350 × 113	Test box 10	550 × 370 × 200
Test box 5	510 × 315 × 100	Test box 11	560 × 370 × 200
Test box 6	530 × 330 × 125	Test box 12	617 × 395 × 143

## 나. 어상자의 형태와 구조 설계

현재 위판장에서 사용하는 형태인 목상자 4호는 적층형 일체식으로 제품 적재 상태와 비어진 상태가 동일한 부피를 차지해 빈상자의 적재효율을 낮다. 좁고 낙후된 위판장에서 수산물이 비워진 상태 즉, 공 상자의 물류 효율이 낮을 경우 비용 문제와 공간문제가 발생된다. 따라서 개발 어상자는 Fig. 3-6과 같이 중첩형 회전식으로 적재하고자 하였다.

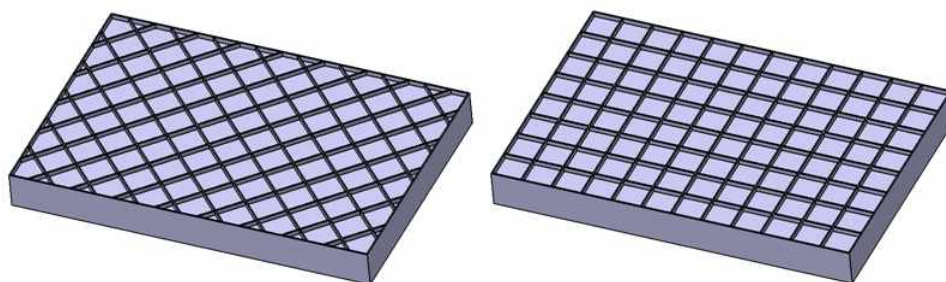


(a) Nesting (with contents) Stacking (b) Stacking (empty)

Fig. 3-6 Boxes in nesting and stacking methods



어상자 사용 현장에서는 갈고리를 이용하여 어상자를 끌어 당겨 이동하는 경우가 빈번히 발생하는데 바닥면 Rib 구조의 설계에 따른 편의성이 달라질 것으로 예상되었다. 현장 조사 결과 플라스틱 어상자 바닥 Rib 형상은 Fig. 3-7과 같이 사선과 일자 형태가 널리 사용되었다.



(a) Diagonal rib

(b) Vertical rib

Fig. 3-7 Shape of rib in plastic box floor

위판장에 적합한 바닥 Rib 형상을 설계하기 위하여 예비분석을 수행한 결과 Table 3-3에서 보는 바와 같이 바닥면 Rib이 사선으로 된 제품은 중량이 19 g 더 무겁고 바닥 접촉 면적도 1,001 mm<sup>2</sup> 더 넓다.

Table 3-3 Comparison of rib shape at bottom of plastic box

	Diagonal rib	Vertical rib	Comparison
Weight	1,074 g	1,055 g	Diagonal > Vertical
Area	9,192 mm <sup>2</sup>	8,191 mm <sup>2</sup>	Diagonal > Vertical

Note: Same condition with space, size, height, thickness, pitch of rib

손잡이는 현장조사에서 물류종사자들이 요구한 사항이었다. 현재 목 상자 4호는 손잡이가 없는 구조로 갈고리가 없으면 작업이 힘든 구조이다. 갈고리는 사용하지 않더라도 작업을 위하여 장갑을 낀 상태로 어상자를 취급하는 건 어려운 작업이다. 따라서 본 연구에서는 갈고리가 없어도 상자를 들거나 당길 수 있도록 손잡이 구멍을 설계하였다.

손잡이 구멍은 Fig. 3-8과 같이 작업자의 손에 맞는 적절한 크기와 제품 강도에 영향을 최소화 할 수 있는 크기로 설계되어야 하며 취급성이 용이하고 편하게 질 수 있어야 한다. 시각적인 효과와 최소한의 구조로 최대의 강도효과가 필요하다. 본 어상자의 손잡이 디자인은 이러한 요소들을 감안하였다.



Fig. 3-8 Hand shape and working gloves

어상자 손잡이 구멍의 길이 (HHL)를 결정하기 위하여 국가기술표준원에서 조사한 우리나라 성인 손 너비와 두께를 참고하였고 그 값은 Table 3-4와 같다. 우리나라 성인 손 너비의 최댓값은 95.75 mm, 평균 값은 81.65 mm로 조사되었다.

Table 3-4 Adult hand width and thickness in Korea

(unit: mm)

	Ave.	Std. dev.	Min. Value	P1	P5	P25	P50	P75	P95	P99	Max. Value
Width (L)	81.65	8.75	67.82	70.34	73.02	77.36	81.84	86.78	91.06	94.41	<b>95.75</b>
Thickness (H)	24.32	2.38	16.3	19.27	20.38	22.71	24.35	26.04	27.95	29.91	<b>31.42</b>

※ 20 ~ 70 years old of Korean adults' hands

Korean Agency for Technology and Standards

손잡이 구멍 길이를 구하는 공식은 Eq. 8과 같다. Table 3-5에서 우리나라 성인 손 너비 최댓값은 95.75 mm이고 일반 목장갑의 두께는 1 mm, 여유 간격 2.5 mm 를 대입하면 손잡이 구멍의 길이는 104.8 mm이다.

$$HHL = L + (2T \times 2) + 2C \dots\dots\dots \text{Eq. 8}$$

here, L : Max. width of Korean adult hand, mm

T : Thickness of gloves, mm

C : Clearance, 2,5 mm



Fig. 3-9 Dimension of hand hole for gripping

손잡이 높이를 구하는 공식은 Eq. 9와 같다. Table 3-5에서 우리나라 성인 손두께 최댓값은 31.42 mm이므로 손잡는 각도 COS 45° 대입하면 손잡이 구멍의 높이 (HHH)는 28.5 mm이다.

$$HHH = H \cos \theta^{\circ} + (2T \times 2) + C \dots\dots\dots \text{Eq. 9}$$

here, H : Max. thickness of adult Korean middle finger, mm

T : Thickness of gloves, mm

C : Clearance, 2.5 mm

$\theta^{\circ}$  : Grip angle



Fig. 3-10 Angle of grip covering

인체공학적 설계로 정해진 손잡이 구멍의 적정 크기는 Fig. 3-11과 같이 손잡이 구멍의 길이와 높이는 각각 104.8 mm, 높이 28.5 mm이었다



Fig. 3-11 Dimension of hand hole on fishery box

최적의 손잡이 구멍 디자인을 결정하기 위하여 국내외 손잡이 구멍의 형상을 조사한 결과 Fig. 3-12와 같이 11종류가 조사되었으며 현장 작업자 78 명에게 선호도 조사를 실시한 결과 (j)와 같은 형상을 가장 선호하였다. 조사된 선호도는 그림에 함께 나타내었다.

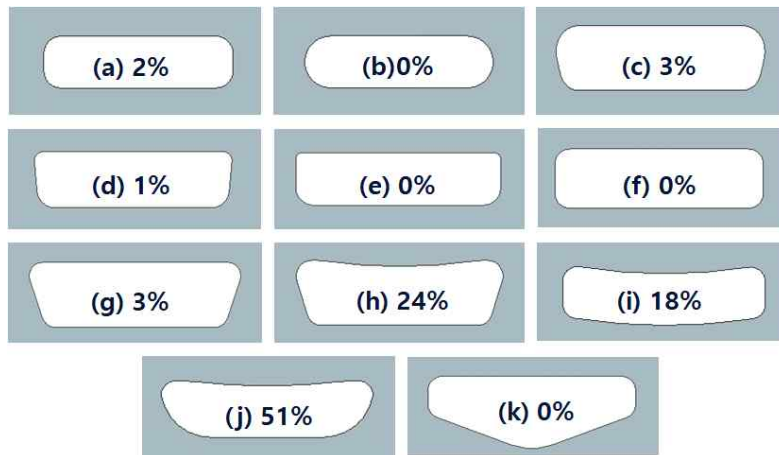


Fig. 3-12 Type of hand holes and surveyed result of preference among field workers

개발하는 어상자의 구조와 형태를 결정하기 위하여 어상자의 취급성,

위생성, 열특성 등을 고려하였다. 어상자는 수산물을 담은 상태로 냉동, 냉장될 수 있으며 반복 사용하기 위한 세척과정에서 고온의 물을 견디어야 한다. 다음은 이상의 조건을 만족하기 위한 설계 기준을 정리한 것이다.

- ① 어상자는 취급에 편리한 구조로서 손잡이를 갖추어야 하며 관행 방법인 갈고리를 이용할 수도 있어야 한다.
- ② 어상자는 여러 층을 겹쳐 쌓았을 때에 붕괴되거나 하중에 의해 변형되지 않고 충격적인 취급에 의해 파괴되지 않아야 한다.
- ③ 어상자는 수산물을 담지 않은 보관 상태에서 최소의 공간에 저장할 수 있도록 중첩형 회전식이어야 한다. 중첩형 회전식은 적재시 위아래 각 상자들을 반대 방향으로 돌려 쌓아야 하는데 적재시 상자의 방향을 알려주는 기능을 하는 부분품을 설계가 필요하다.
- ④ 어상자는 수산물의 신선도 유지에 필요한 얼음을 충분히 담을 수 있어야 하며, 얼음이 녹았을 경우 품질변화를 최소화하기 위하여 완전히 배수될 수 있어야 한다. 본 연구에서는 FAO에서 고시한 얼음이 필요한 경우의 높이인 140 mm로 선정하였다.
- ⑤ 어상자는 RFID를 내장할 수 있어야 하며 여러 층을 겹쳐 쌓았을 때에 무선인식에 적합하여한 구조여야 한다,
- ⑥ 어상자는 반복 사용을 고온의 세척수에 의해 변형되지 말아야 하며 반복적인 고온 세척에 견디고 이물질 부착을 최소화할 수 있는 표면을 갖추어야 한다.
- ⑦ 어상자는 냉동에 의하여 변형되거나 파괴되어서는 안니 된다.

⑧ 어상자는 취급의 편리를 위하여 가능한 무게가 적어야 한다.

⑨ 어상자를 외관을 보고 상자의 용도나 내부에 담긴 수산물의 종류, 크기 등을 식별이 용이하여야 한다.

이상의 조건을 만족하기에 가장 적합한 어상자 재료는 플라스틱으로 판단되었으며 열특성과 내충격성을 보완하기 위하여 플라스틱에 첨가제를 고려하였다.

## 다. 어상자의 적재성과 물류효율

어상자의 설계 조건 중 적재성은 물류에서 가장 중요한 사항으로서 어상자의 규격과 형상 및 구조가 복합적으로 관련된다. 어상자는 빈 경우에는 겹쳐 쌓지만 수산물을 담는 경우에는 돌려쌓는 방식으로 적재하도록 설계하였으므로 연구에서는 수산물을 담은 경우를 기준으로 평가하였다.

적용하는 파렛트는 T11형과 T12형이었으며 운반차량은 수산물 운반에 가장 많이 사용되고 있는 5톤과 11톤 화물차에 상차하는 경우에 대하여 적재효율성을 비교하였다. 적재효율 계산은 물류효율 계산용 상용프로그램 CAPE와 Cube Designer Pro를 통해 구하였다.

### 3.2.3. 어상자의 강도 설계와 해석

#### 가. 어상자의 물성과 유한 요소 설계

어상자의 강도설계와 해석기법으로 유한요소설계방법을 사용하였다. 어상자 유한요소 모델링을 위한 재료의 물성치는 Table 3-5와 같다. PP

(polypropylene)의 비중은 0.9 g/cm<sup>3</sup>, 인장강도는 35 MPa, 플라스틱 어상의 중량은 1.319 kg으로 설정하였다. Fig. 3-13, Fig. 3-14는 PP의 시편과 인장실험으로 확인한 응력변형곡선(stress - strain curve)이다.

Table 3-5 Mechanical properties of polypropylene

Article		Test method ASTM	Unit	PP
Density		D-792	mg/mm <sup>2</sup>	0.96
Tensile modulus		D-638	MPa	35
Young's modulus		D-638		0.42
Elongation rate		D-638	%	30
Modulus of elasticity		D-638	MPa	1177
Compressive strength	5%strain	D-695	MPa	49
IZOD Notched impact value		D-256	J/m	39
Rockwell hardness		D-785	R-Scale	110
Shorer hardness		D-785	D type	77



Fig. 3-13 Specimen of polypropylene



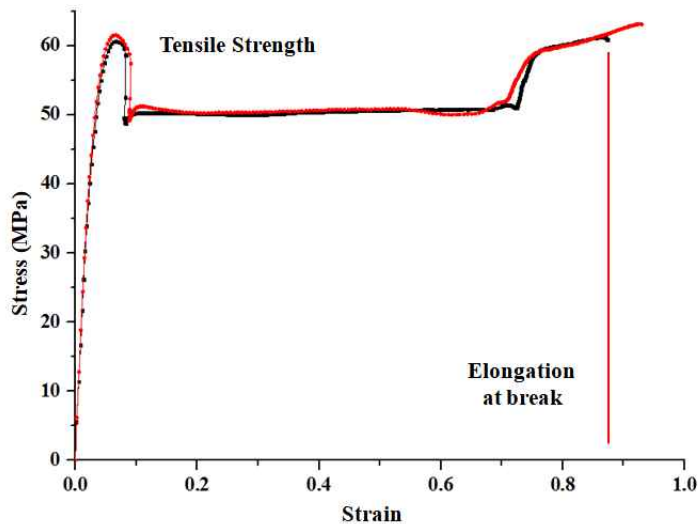


Fig. 3-14 Stress-strain curve of polypropylene

플라스틱 어상자의 유한요소해석을 위하여 상용프로그램인 ANSYS 17.1을 활용하여 구조해석을 진행하였다. 유한요소의 메시는 사면체 (Tetrahedral) 형태를 이용하였으며 메시 크기는 플라스틱 용기의 크기를 고려하여 균일한 면에는 10 mm를 Rib와 곡면에는 Fig. 3-15와 같이 다양한 치수를 적용하였으며 최소 사면체의 크기는 0.0025 mm를 적용하였다. 그 결과 플라스틱 용기의 메시의 총 수는 391,372 개, Node 수는 718,219 개였다.

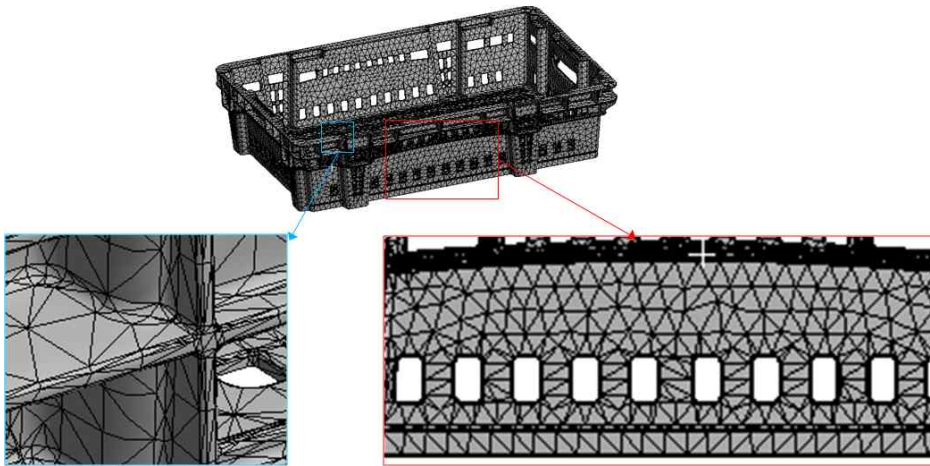


Fig. 3-15 Analytical model of fish box with tetrahedral mesh

## 나. 해석 방법과 경계 조건

유한요소해석의 설계 프로세스는 Fig. 2-28에서 나타낸 바와 같이 모델링 → 유한요소모델링 → 하중조건과 구속조건 선택 → 해석 및 검토 단계로 진행되었다. 구조해석 시 가정한 조건은 어상자를 11단으로 적재하였을 때에 하단의 어상자에 힘을 가했을 때 발생하는 변형 및 응력을 확인하였다.

11단으로 설계한 이유는 현장 조사에서 어상자를 다단 적재하여 강도 테스트를 진행할 때 보통 맨 아래에서 두 번째에 위치한 컨테이너에 변형이 가장 크게 발생하였기 때문이다. 이는 맨 아래쪽에 위치한 어상자의 하부면이 지면과 접촉 되어있기 응력의 분산 효과가 발생하기 때문이다. 따라서 실제 현장 모습을 반영하여 2단으로 적재한 어상자를 형상화하였고 맨 아래쪽 어상자를 제외하고 총 10개의 어상자 무게와 수산물의 무게가 적용된다고 가정하여 해석을 진행하였다.

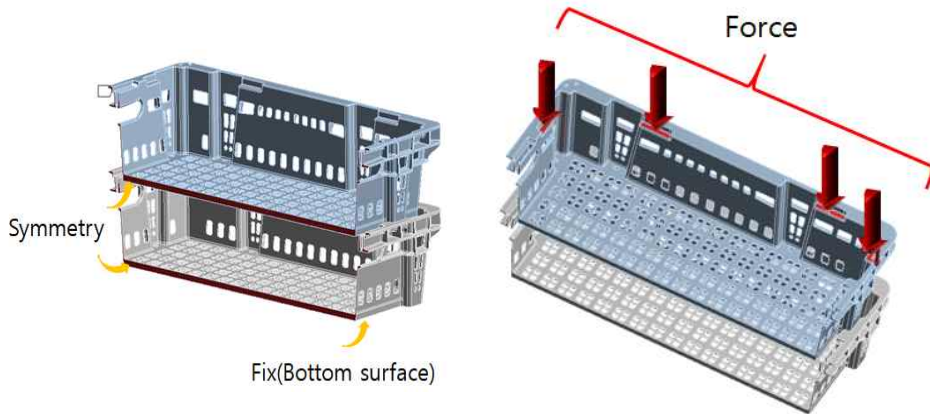


Fig. 3-16 Boundary conditions for strength analysis of fishery box

해석의 경계조건은 어상자는 Fig. 3-16과 같이 좌우대칭 형상이므로 단면에 대칭 (symmetry) 조건을 적용하였고 바닥면에는 Fix조건을 적용하였다. 어상자가 맞닿는 적재면 4 곳에 Force 조건을 주었다.

어상자 질량  $B = 1.319 \text{ kg}$ , 수산물의 무게  $M = 15 \text{ kg}$ 일 때 10단으로 쌓이면 최하단이 받는 하중은 Eq. 4에 의하여  $1599 \text{ N}$ 이 된다. 힘을 받는 면은 총 8 곳이기 때문에 적재면에 가해지는 응력은  $200 \text{ N}$ 이다. 따라서 1곳에 작용하는 힘은  $200 \text{ N}$ 으로 적용하였다

$$K = M \times S + B \times S \dots\dots\dots \text{Eq. 10}$$

here, M : Weight of fishery, Kg

S : Number of boxes

B : Weight of fishery box, Kg

K : Bottom weight, Kg

$$F_t \div P = F_s \dots\dots\dots \text{Eq. 12}$$

here,  $F_t$  : Total bottom force, N

$F_s$  : Acting force at specific surface

### 3.2.4. 어상자의 물리적 품질 및 위생성 평가 방법

#### 가. 어상자의 적재강도 평가

어상자는 일정 기준의 압축하중과 외부 충격에도 파손 발생이 없어야 한다. 특히 수산물을 담은 어상자 적재 시 최하단의 어상자는 큰 하중을 받게 되며 일정 하중 이상의 하중에도 견딜 수 있어야 한다. 시험은 어상자를 온도 (23±2)℃에서 2시간 이상 방치한 후 신속하게 한다. 또 시험에 사용하는 용기는 성형 후 48 시간 이상 경과한 것을 사용한다.

압축 시험은 KS T ISO 12048에 의하여 수행되었다. 압축강도는 Table 3-6과 같이 압축하중 종별 중 4m 이상 적재가 가능하여야 하며 시험하였을 때, 파손, 구부러짐 등의 이상이 없어야 한다. 압축하중은 Table 3-8 및 Table 3-9의 하중을 가하였을 때, 용기의 파손, 구부러짐 등의 이상 유무를 조사한다. 이때 시험 속도는 (10±2) mm/min으로 한다. 개발 어상자의 압축하중 장비는 Fig. 3-17과 같으며 제원은 Table 3-8에 나타내었다. 압축시험은 Fig. 3-18과 같이 3개의 어상자를 포개어 시행되었다.

어상자의 바닥면의 압축하중시험은 압축판 면적 0.0314 m<sup>2</sup>, 어상자 내측 면적 0.1749 m<sup>2</sup>. 시험 속도는 10 mm/min로 진행하였다.

Table 3-6 Class of compressive load

Compression load class	Description and comment
1.5M	The box that can be stacked up to 1.5m by cargo working with hand
4M	The box that can be stacked up to 4m by cargo working with machine

Table 3-7 Loads of compression test for 4M class

(unit: N)

Height of box(cm)	Total weight in kg				
	below 10	10~15	15~20	20~25	25~30
4~6	39 000	58 000	78 000	97 000	120 000
6~8	25 000	38 000	51 000	64 000	76 000
8~10	19 000	29 000	38 000	48 000	58 000
10~12	15 000	23 000	31 000	38 000	46 000
12~14	13 000	19 000	25 000	31 000	38 000
14~16	11 000	16 000	21 000	26 000	32 000
16~18	9 400	14 000	19 000	24 000	28 000
18~20	8 200	12 000	16 000	21 000	25 000
20~22	7 500	11 000	15 000	19 000	22 000
22~24	6 700	10 000	13 000	17 000	20 000
24~26	5 900	8 800	12 000	15 000	18 000
26~28	5 500	8 200	11 000	14 000	16 000
28~30	5 100	7 600	10 000	13 000	15 000
30~32	4 700	7 100	9 400	12 000	14 000
32~34	4 300	6 500	8 600	11 000	13 000
34~36	3 900	5 900	7 800	9 800	12 000
36~38	3 900	5 900	7 800	9 800	12 000
above 38	3 500	5 300	7 100	8 800	11 000

Table 3-8 Specification of UTM (the universal testing machine) – Instron 4467

Item	Description
Load capacity	30 kN
Maximum speed	500 mm/min
Minimum speed	0.005 mm/min
Maximum force @full speed	30 kN
Maximum speed @full load	500 mm/min
Retrun speed	600 mm/min
Height	1597 mm
Width	909 mm
Depth	700 mm
Weight	182 kg



Fig. 3-17 View of the UTM(universal testing machine) – Instron 4467



Fig. 3-18 Three stacks compressive test and floor surface compressive test

## 나. 어상자의 충격강도 평가

어상자의 충격강도 모서리 낙하시험으로 Fig. 3-18과 같이 용기와 용기에 적재된 제품의 무게를 합산하여 무게와 용기의 형태에 따라 높이를 달리하여 자유낙하 시험하고, 낙하 높이와 횟수는 Table 3-9와 같이 하였다. 낙하시험기의 제원은 Table 3-12와 같으며 어상자의 시험조건은 어상자에 7 kg을 적입 후 모서리를 1 m 높이에서 총 50 개를 낙하시켰으며 결과는 육안 검사로 진행하였다.

Table 3-9 Height and number of drops for test (unit: cm)

Symbol	Total weight in kg					Number of drops
	below 10	10~15	15~20	20~25	25~30	
N · T · S	80	70	60	55	50	3
C	30	28	25	25	20	1

Plastic returnable containers LS A 01613

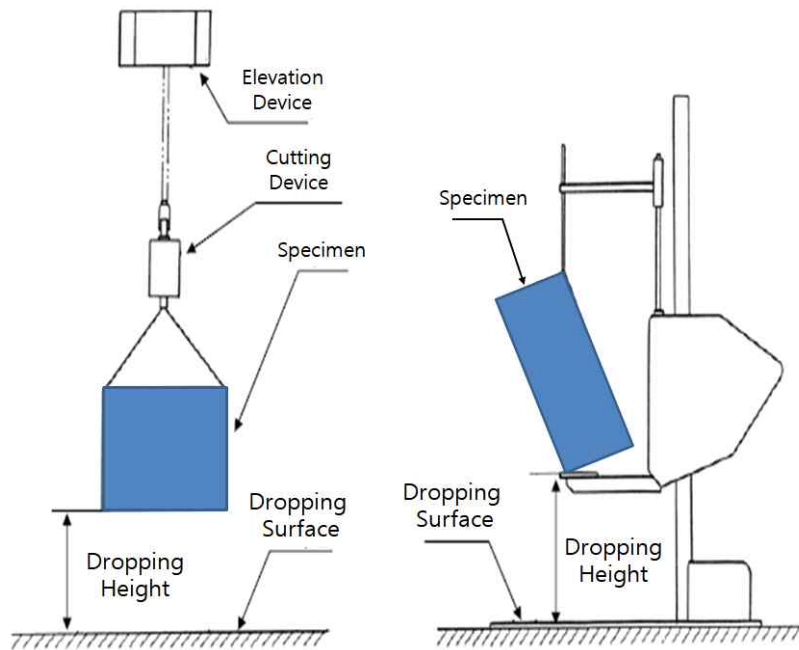


Fig. 3-19 Edge drop test

Table 3-10 Specifications of drops testing machine

Model	DLJ-100
Max. load (kg)	100
Drop height (mm)	350 ~ 1200
Package max dimension (mm)	800×600×600
Drop mode	Free drop
Drop area (mm)	1600x1100
Dimension, L×W×H (mm)	1600×1100×2800

#### 다. 위생성 평가

개발 어상자의 세척 품질 테스트를 위하여 Fig. 3-20과 같이 농산물



플라스틱 상자 세척기를 활용하여 세척을 진행 하였다. 세척 프로세스는 Fig. 3-21과 같이 초벌세척, 불림, 본 세척, 살균, 건조 순으로 진행하였다. 55 ~ 65℃로 2번 세척 후 90℃~100℃의 열풍으로 건조하게 된다. 살균 시 오존의 강도는 1.5 ~ 1.8 PPM 사용하였다. 세척기 통과시간은 25초이다.



Fig. 3-20 Fishery box washing machine

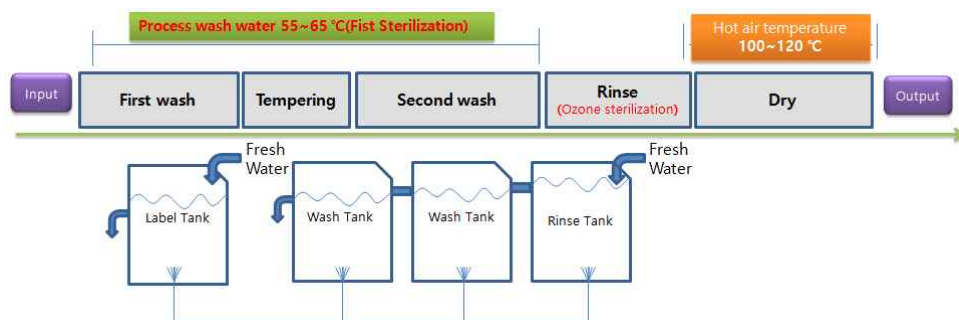


Fig. 3-21 Process of plastic box washing

Table 3-11은 세척기의 사양이다. 세척기의 크기는 25.0 × 2.4 × 3.2 m, 생산 능력은 시간당 1,200 개이며 세척 시 노즐의 압력은 5 MPa,

세척기의 전기용량은 163 kw/h이다.

Table 3-11 Washing machine specification

Division	Specification
Size	25.0×2.4×3.2 m
Productive capacity	1,200 ea/h (max 1,400 ~ min 600 ea/h)
Water consumption	5.5 $m^3$ (washing $4m^3$ , cleaning $1.5m^3$ )
Electrical capacity	163 Kw/h
Electrical	380/220 V
Heat capacity	470 Kw/h
Noise	75 DB
Water temperature	95 °C
Ozone intensity	1.5~1.8 PPM
Washing pressure	5 MPa
Fuel	Liquefied petroleum gas

위생성 평가는 나무 어상자와 플라스틱 어상자를 세척한 후 생균수를 측정하여 비교 평가 하였다. 생균수 측정 방법은 한천 등을 넣어 굳힌 고체상태의 배지에 시료를 0.1 - 0.2 ml 넣고 멸균된 유리막대로 얇게 편 후, 배양하여 생성된 콜로니 (colony)<sup>3)</sup>수를 측정하는 평판배양법 (spread plate method)을 사용하였다 (Seo, S. K., 2005). 시료를 희석할 때 희석수는 생리 식염수 (0.85% NaCl 용액)를 사용하였으며, 배양기간은 1일로 배지의 표면에서 콜로니를 형성하였다. 생균수의 측정은 통계

3) 세균 또는 단세포 조류(藻類)·균류(菌類) 등이 고형배지에서 육안으로 볼 수 있는 집단

적 신뢰성을 확보하기 위하여 배지 상에 나타난 콜로니 수를 평균하여 수를 구하였다.

### 3.3. 결과 및 고찰

#### 3.3.1. 어상자의 규격과 형태

우리나라에서 판매되고 사용되는 상자의 규격과 지역 위판장의 현장 조사를 통하여 수집한 어상자의 치수를 T11 (1,100 × 1,100 mm)형 파렛트와 T12 (1,200 × 1,000 mm)형 파렛트에 Table 3-2에 제시된 어상자의 적재효율성을 시뮬레이션 한 결과를 Table 3-12, Table 3-13, Table 3-14에 나타내었다. 시뮬레이션 결과 현장에서 가장 많이 사용하는 목상자 4호 치수 570 × 360 × 95 mm는 T11형 파렛트에서 66%, T12형에서 83.1%로 파렛트 효율이 매우 낮았다. 그 외 우리나라에서 판매 어상자에 대한 결과도 대부분 유사하였으나 T11형에 가장 높은 적재 효율성의 크기는 550 × 366 × 150 mm이며 T12형에 가장 높은 적재 효율성의 크기는 530 × 330 × 125 mm로 나타났다. 그러나 두 가지의 용기 크기는 현재 현장에서 가장 많이 사용하는 크기인 570 × 350 × 90 mm와 유사하지 않아 현장 적용에 문제가 있을 것으로 판단된다.

Table 3-12 Simulation result of load efficiency for fishery boxes I

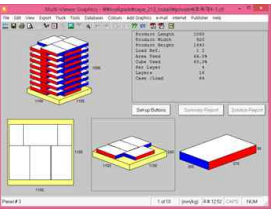
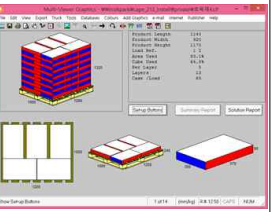
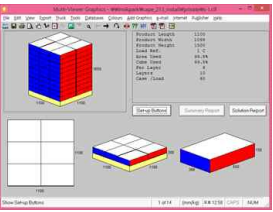
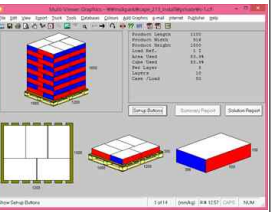
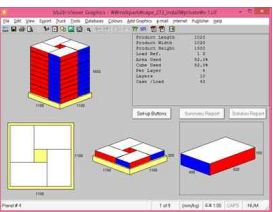
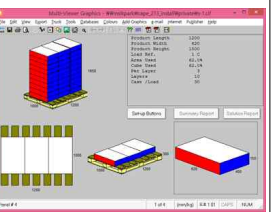
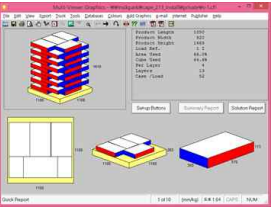
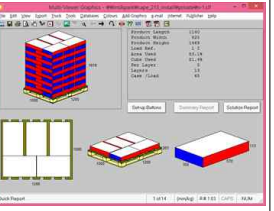
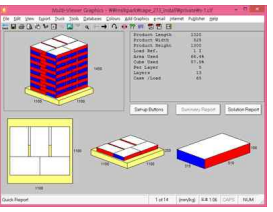
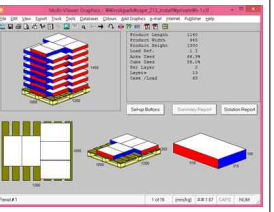
Dimension (mm)			Figure		Load efficiency (%)	
Length	Width	Height	T11	T12	T11	T12
570	350	90			66	83.1
550	366	150			99.8	83.9
620	400	150			82	62
570	350	113			66	83.1
510	315	100			66	67

Table 3-13 Simulation result of load efficiency for fishery boxes II

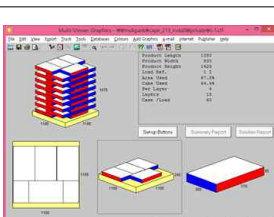
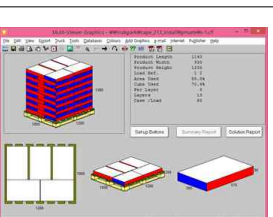
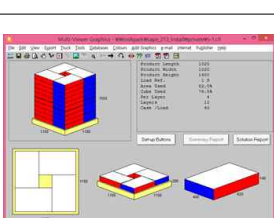
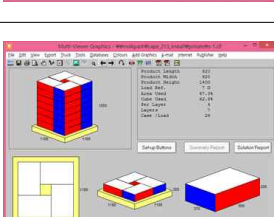
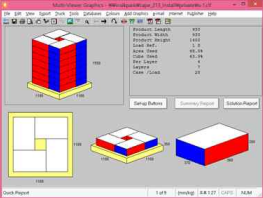
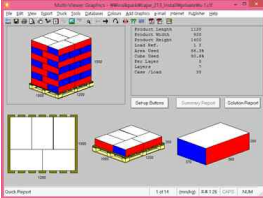
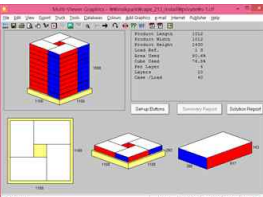
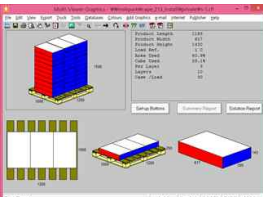
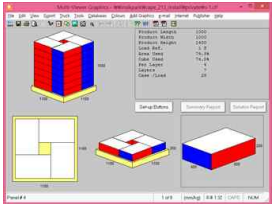
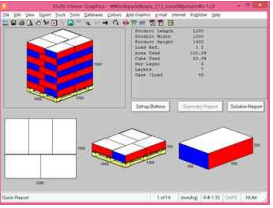
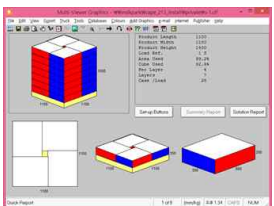
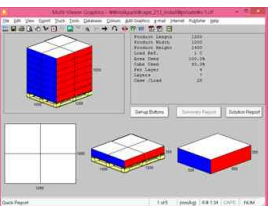
Dimension (mm)			Figure		Load efficiency (%)	
Length	Width	Height	T11	T12	T11	T12
530	330	125			86.7	97.4
540	340	150			97.4	76.5
570	360	95			67.8	85.5
620	400	140			82	62
550	370	200			67.3	84.8

Table 3-14 Simulation result of load efficiency for fishery boxes III

Dimension (mm)			Figure		Load efficiency (%)	
Length	Width	Height	T11	T12	T11	T12
560	370	200			68.5	86.3
617	395	143			80.6	60.9

T12형에 적재효율이 가장 좋으며 바로 현장 적용이 가능한 크기는 Table 3-15에서와 같이  $600 \times 400$  mm,  $600 \times 500$  mm로 적재효율은 두 종류 모두 100%로 좋으나  $600 \times 500$  mm는 기존 나무 어상자보다 크기 차이가  $600 \times 400$  mm보다 커서 현장 적용성에 어려움이 있다. 따라서 적재효율과 기존 사용 용기와의 유사성을 모두 고려할 때 크기는  $600 \times 400$  mm으로 결정되었다. 플라스틱 어상자의 높이는 FAO의 제안 사항에 따라 어류와 얼음을 넣을 수 있는 높이인 140 mm로 하였다. 개발한 플라스틱 어상자의 높이는 FAO의 제안사항에 따라 어류와 얼음을 넣을 수 있는 높이인 140 mm로 결정하였다

Table 3-15 Simulation result of load efficiency for  $600 \times 400$  mm

Dimension (mm)			Figure		Load efficiency (%)	
Length	Width	Height	T11	T12	T11	T12
600	400	140			79.9	100
600	500	140			99.2	100

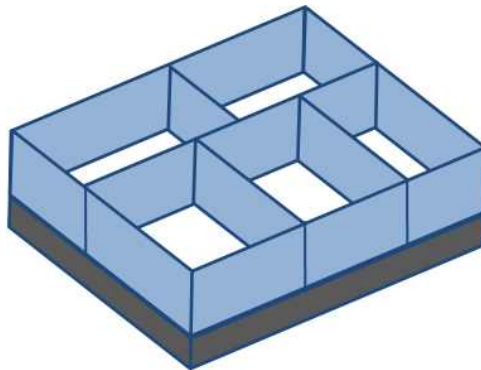


Fig. 3-22 Loading patten of T12 type  
with  $600 \times 400$  mm

개발 어상자의 파렛트 적재 방법은 Fig. 3-22와 같이 T12형( $1,000 \times 1,200$  mm)에 용기 규격  $600 \times 400$  mm을 고려할 때 벽돌 적재형이 적

재효율이 가장 높았다.

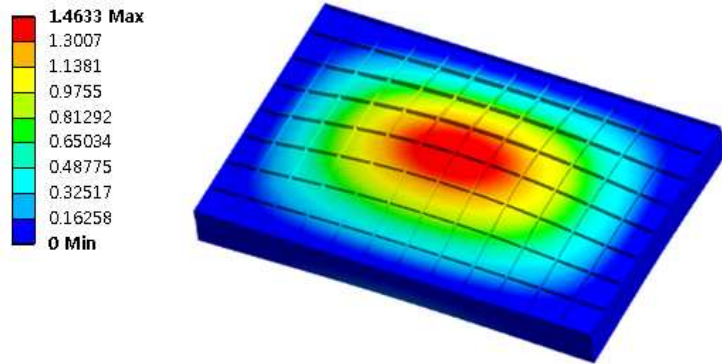
개발한 어상자는 중첩회전식으로 어상자를 적재할 때에 Fig. 3-23과 같이 손잡이 부분에 색상을 넣어 적재하려는 상자 하단의 색상위치를 보고 상단에 상자를 적재할 수 있게 제작되었다. 이렇게 함으로써 사용 초기 적재 방식에 따른 혼동을 최소화 할 수 있고 색상 부분품을 RFID Cap으로 설계하여 비용 절감 효과도 누릴 수 있다.



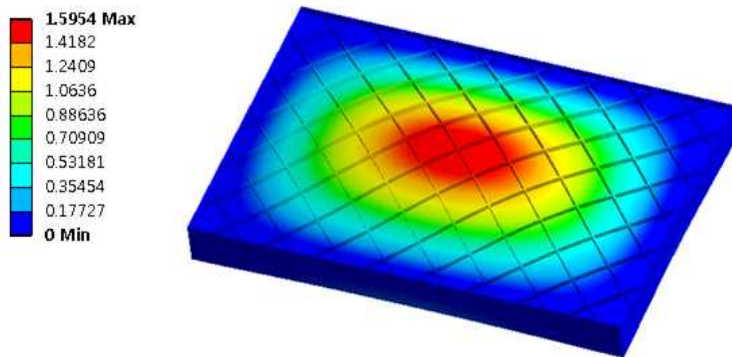
Fig. 3-23 Design for distinguishing the direction of box

Fig. 3-24는 바닥 Rib 형상에 따른 압축강도에 의한 변형을 시뮬레이션한 결과를 나타내었다. Rib 사선형의 변형은 0.19992 mm, Rib 수직형은 0.14169 mm로 형상에 따라 바닥 처짐이 차이는 미세하지만 바닥 Rib의 수직형상이 사선형상보다 하중에 있어 약 29% 처짐이 작은 것으로 확인되었다. 즉 하중에 의한 바닥 처짐은 Rib의 일자형상이 우수한 것으로 판단된다.





(a) Simulation of diagonal rib



(b) Simulation of vertical rib

Fig. 3-24 Deformation comparison of compression strength

상자는 바닥면 Rib가 지면에 닿는 표면적이 적고 중량이 적을수록 미끄럼이 좋다. 따라서 개발되는 어상자의 설계는 갈고리를 많이 사용하여 끌고 다니는 환경을 고려할 때 Fig. 3-25와 같이 바닥면 Rib의 형상이 수직으로 하는 것이 유리하다고 판단하였다.

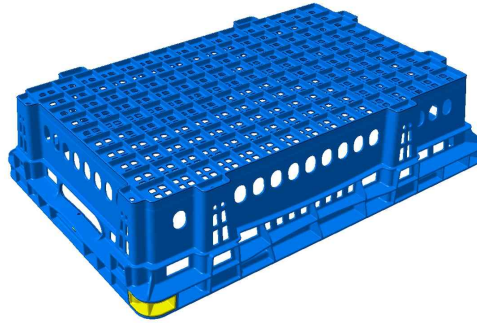


Fig. 3-25 Floor surface rib design of fishery box

어상자와 수산물의 관리를 위한 물류시스템에 필요한 RFID 태그를 상자 외부 표면에 부착 할 경우에 수산물을 다루는 열악한 환경으로 인한 파손이 발생할 수 있다. 따라서 개발된 수산물 상자는 RFID가 외부의 영향을 최소화할 수 있도록 상자의 내부 공간에 Fig. 3-26과 같은 위치에 삽입 공간을 설계하였다. 수산물 상자의 RFID 태그 삽입 위치는 상자의 단측면과 장측면에 삽입할 수 있으나 T12형의  $600 \times 400$  mm 상자 적재 방식은 Fig. 3-22와 같다. 장측면에 삽입공간을 만들 경우 팔렛트 적재 시 겹치는 부분이 존재하게 된다. 그러나 단측의 경우 어느 한쪽이 겹치더라도 한 개의 단측면은 반드시 보이게 된다. 따라서 단측면이 RFID를 인식하는데 있어 보다 유리하여 설계에 반영하였다.

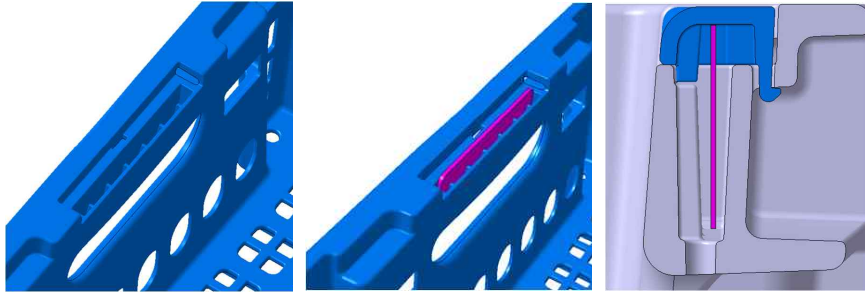


Fig. 3-26 Design of RFID inserting space

RFID가 필요하지 않는 경우 RFID 삽입 공간은 메인코어와 사이드 코어를 추가 제작하여 Fig. 3-27과 같이 공간을 메우고 부분품을 줄여 비용을 절감할 수 있도록 설계하였다.

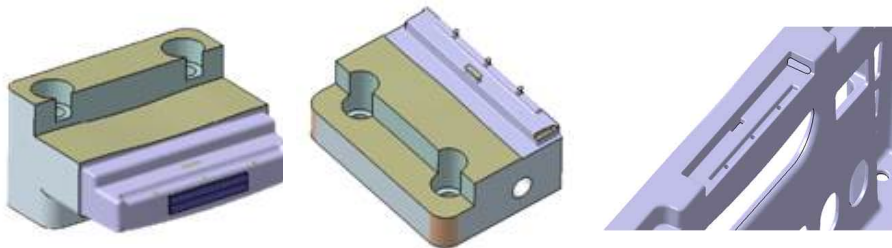


Fig. 3-27 Box and core without RFID inserting space

작업자들이 상자의 사용 용도를 구분하거나 수산물의 종류, 크기 등에 따라 식별이 용이하도록 Fig. 3-28과 같이 어상자의 대각선 모서리에 칼라 칩을 삽입하여 부분품의 색상으로 외부에서도 쉽게 구별할 수 있게 하였다.

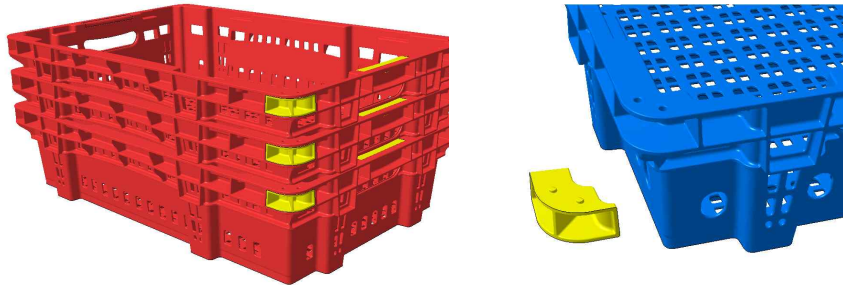


Fig. 3-28 Design of component for fishery box separation

### 3.3.2. 어상자의 강도 분석

구조 해석 시뮬레이션 결과는 Fig. 3-29와 같이 용기의 적재되어 맞닿는 8곳의 지지점 중에서 장측의 4 지지점이 가장 많은 변형이 일어난 것으로 나타났다. 상대적으로 용기의 단측 변형이 미미하게 나타났다. 단측은 지지점 간 거리가 장측보다 가까워 변형이 적게 나타난 것으로 판단된다.

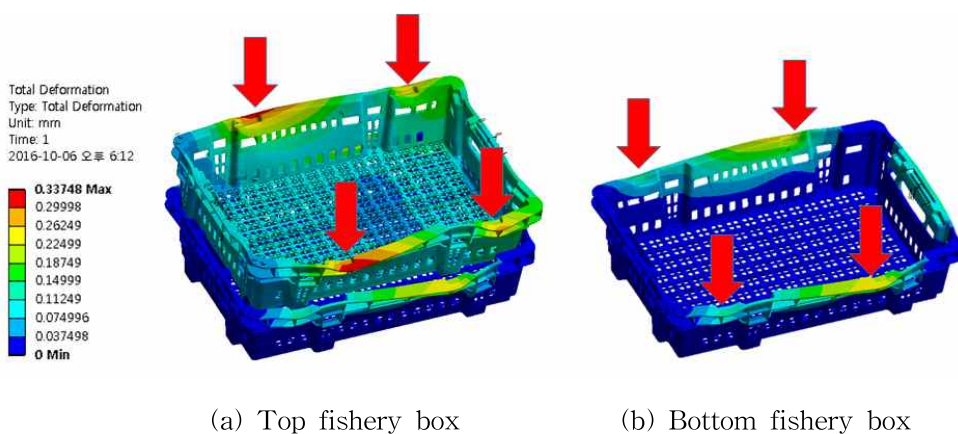
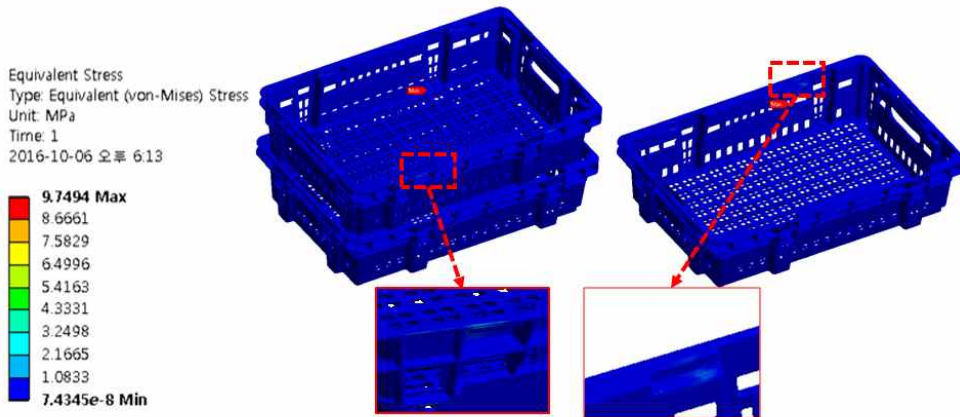


Fig. 3-29 Deformation distribution pattern of plastic fishery box

응력은 Fig. 3-30과 같이 용기의 장측의 4 지지점에서 발생하였다. 응력도 단측과 장측 지지점 거리에 따라 다르게 나타났다. 면적이 작은 모서리나 Fillet을 준 부분에서 큰 응력이 발생하였으나 최대 응력이 15.38 MPa로 재료의 물성인 인장항복강도인 35 MPa를 넘지 않아 수산물 이 적재된 상태에서 파렛트 위에 11개의 박스를 적재했을 때 박스가 파손될 가능성은 없다고 판단된다.



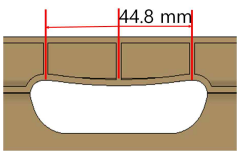
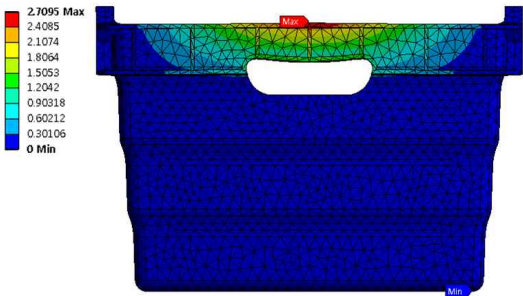
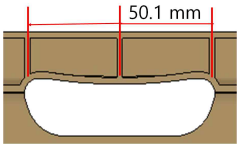
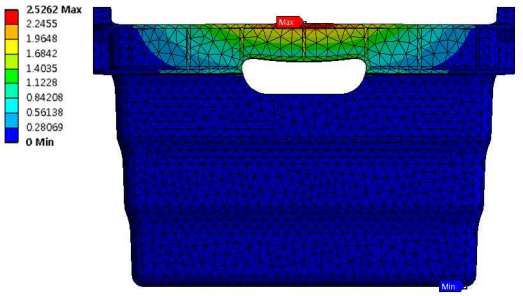
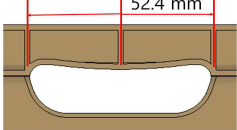
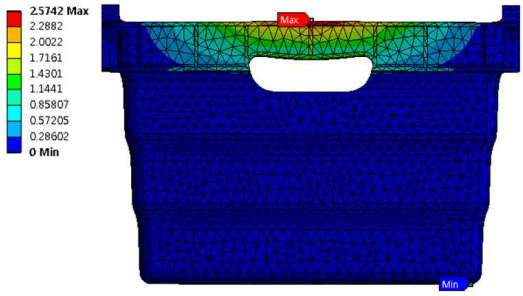
(a) Top fishery box

(b) Bottom fishery box

Fig. 3-30 Stress distribution pattern of top plastic fishery box

Table 3-16은 어상자의 손잡이 부분의 Rib 최적 위치 찾기 위하여 구조 해석 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 것이다. 손으로 감싸 쥐는 부분의 Rib 위치에 따른 변형 손잡이 중앙부분에서 모서리로 갈수록 변형이 작아졌으며 손잡이 중앙에서 거리가 50.1 mm 에 Rib가 위치하는 것이 변형이 2.52 mm로 다른 부위보다 가정 작게 나타났다.

Table 3-16 Results of structure analysis on hand hole

Rib and shape	Structure analysis	Deflection (Max)
		2.70mm
		2.52mm
		2.57mm

개발된 어상자의 3단 압축하중시험 결과는 Fig. 3-31에 나타난 바와 같이 극한강도(ultimate strength)는 15,208 N이었다. 이는 어상자의 최대 제품 포장 무게를 20 kg으로 고려할 때 8단 적재 시 바닥면의 상자가 받는 하중이 1,568 N으로 결과치를 고려할 때 충분한 강도를 가지는 것으로 나타났다.

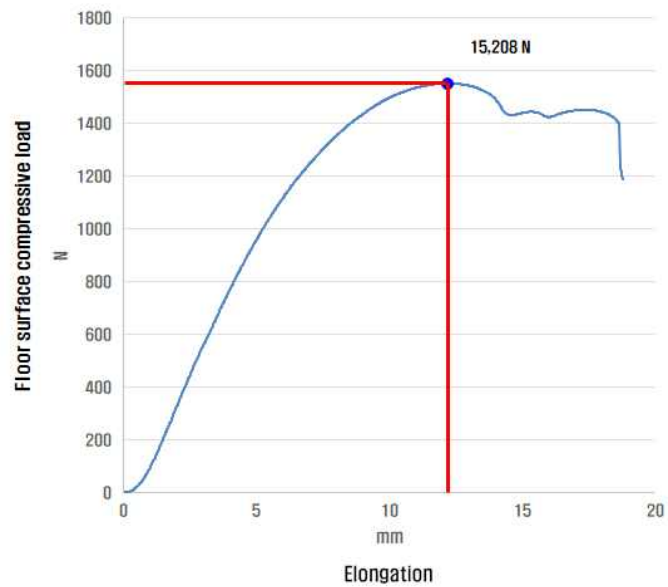


Fig. 3-31 Result of three stacks compressive test

어상자 바닥면의 압축하중시험 결과 어상자 20 kg 적재 시 바닥면 휨 1.66 mm, 25 kg 적재 시 바닥면 휨 2.11 mm이며 Fig. 3-32와 같이 1,892 N 이었다. 결과치를 고려할 때 25 kg 이상에도 내부 제품에 이상이 없을 것으로 판단된다.

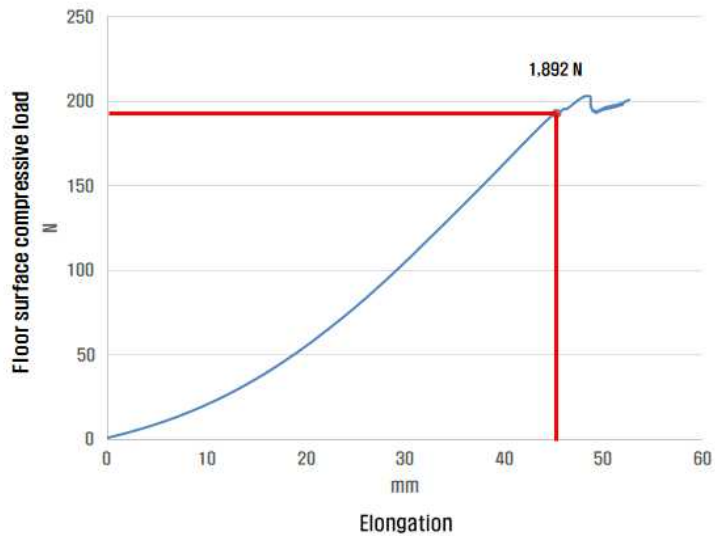


Fig. 3-32 Result of floor surface compressive test

낙하시험기를 활용하여 어상자의 충격에 따른 품질변화를 확인하기 위하여 총 50 개의 어상자를 낙하시험기를 이용하여 각 5 회씩 반복 시험하였으며, 시험 후 품질변화는 육안 검사로 진행하였다. Fig. 3-33과 같이 파손이나 뒤틀림 현상은 발생하지 않았다. 다만 상자 모서리 부분 찌름 현상이 다수 발생하였으나 플라스틱 상자를 재사용하는 데는 문제가 없을 것으로 판단된다.



Fig. 3-33 Edge of fishery box for the drop test



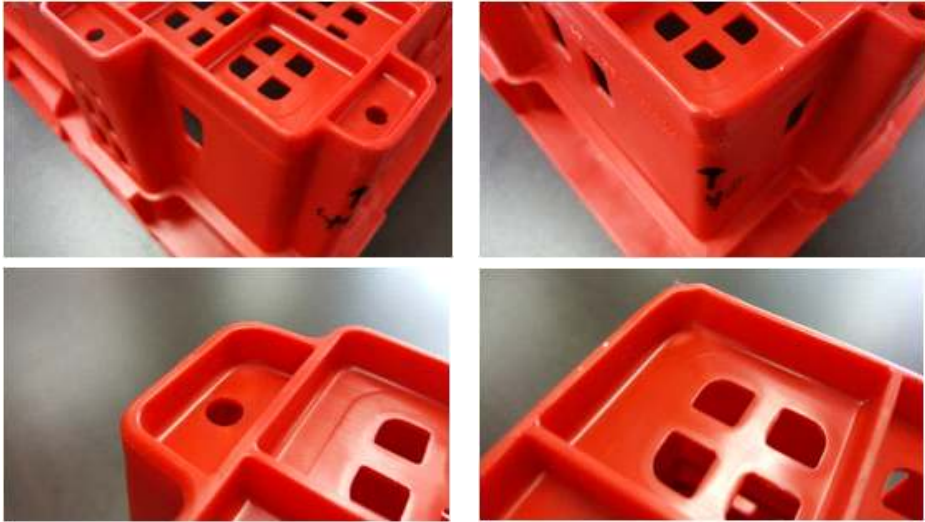


Fig. 3-34 Results of drop test

### 3.3.3. 기존 어상자와 개발한 어상자의 비교

#### 가. 물류효율

개발한 플라스틱 어상자와 나무 어상자의 물류효율을 상용프로그램 Cube Designer Pro 프로그램으로 시뮬레이션하여 비교하였으며 Fig. 3-35, Fig. 3-36과 Table 3-17과 같은 결과를 도출하였다. 개발한 플라스틱 어상자의 경우 파렛트 바닥면의 표면 이용율은 100%로 나무어상자의 83.1%보다 높다. 또한 동일한 면적의 파렛트 위에 쌓은 어상자가 5톤 냉장 차량 (5,400 × 2,250 × 180 mm)의 적재함에서 차지하는 용적은 플라스틱 어상자가 93.3%, 나무 어상자는 77.6%를 차지하여 물류효율이 개발된 플라스틱 어상자가 우위에 있는 것으로 나타났다. 따라서 물류효율은 개발된 플라스틱 어상자가 좋다.

Table 3-17 Comparing loading efficiency and space utilization rate of material boxes

Type	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Area %	Cube %
Plastics box	1,200	1,000	1,540	100	93.3
Wooden box	1,200	1,000	1,540	83.1	77.6

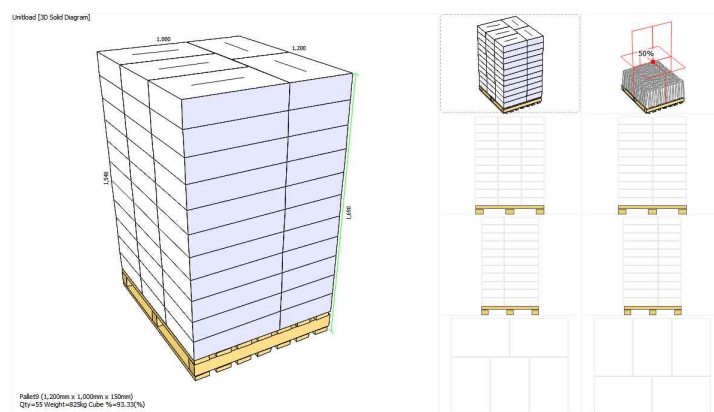


Fig. 3-35 Development plastic fishery box simulation



Fig. 3-36 Wooden fishery box simulation

## 나. 위생성

어상자의 세척을 위하여 세척 프로세스를 통과시켜 상태를 확인하였다. 고온의 세척기를 통과한 어상자는 육안 검사 시 뒤틀림, 파손 등 사용에 문제가 발견되지 않았으며 상자 표면에 이물질도 남지 않았다.

Fig. 3-37은 세척하기 전 수산물을 담았던 상자들의 상태를 보여주고 있다. 나무 어상자의 경우 표면이 매우 비위생적이며 플라스틱 어상자는 상태가 양호한 상태이다.



Fig. 3-37 Status after use of wooden fishery box and plastic fishery box

나무 어상자와 플라스틱 어상자의 생균수를 비교 확인한 결과는 Table 3-18과 같다. 개발한 플라스틱 어상자의 경우 세척 후 생균수가 1,000 마리 이하, 사용하던 나무 어상자의 경우  $1.1 \times 10^7$ 마리, 사용하지 않은 어상자는  $3.9 \times 10^6$  마리로 나타났다. 결과값에 대하여 ANOVA 분석 결과 p-value 값이  $1.1 \times 10^{-9}$ 로 나와 집단 간 평균에 차이가 있는 것으로 확인되었다. Duncan분석을 실시하여 3개 그룹 간 명확한 차이를 확인하였다. 개발된 플라스틱 어상자의 생균수가 나무어상자보다 현저히 낮음을 알 수 있다.

생균수에 대한 국내 어상자의 관리 기준이 없어 국내 식품 기준 및

규격 개정 고시(2016년 12월 29일)를 참고하면 식품 업소 제빙기 생산의 식용얼음 세균수가 1 ml 당 1,000 이하로 규제하고 있다. 따라서 세척 후 플라스틱 어상자의 생균수가 1,000 이하는 수산물에 담아 사용하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

Table 3-18 Remaining bacterial count of fishery box surface after washing

Washing method	Bacterial count (per cm <sup>2</sup> )			Description and comment
	Plastic fishery box	Used wooden fishery box	New wooden fishery box	
After use, before wash	$5.6 \times 10^8$	$4.1 \times 10^8$	$3.9 \times 10^8$	
After washing with water	$3.6 \times 10^5$	$1.2 \times 10^8$	$7.8 \times 10^7$	
After washing with brush	$4.4 \times 10^4$	$8.8 \times 10^7$	$5.9 \times 10^7$	Washing with water and sterilized brush
After chlorination	below 1,000	$1.1 \times 10^7$	$3.9 \times 10^6$	Immersed in 200 ppm NaClO solution

\* P values between times (Plastic fishery box, used wooden fishery box, New wooden fishery box) =  $1.115 \times 10^{-9}$

## 다. 경제성

개발된 어상자의 부품 수량은 어상자 본체, RFID Cap 2개, 박스구분을 위한 Corner Piece 2개 등 총 5가지이다.

Table 3-19 Weight and requirement of fishery box

Item	Product weight (kg)	Requirement amount (ea)
Box	1.4	1
Cap (Red)	0.005	1
Cap (Yellow)	0.005	1
Corner piece	0.009	2

RFID는 어상자 본체에 단측 2 곳에 삽입되어 수량이 2 개이며 각각 500 원/개 총 1,000 원/상자이다.

Table 3-20 RFID price

Item	Price (won/ea)	Requirement amount (ea)	Total price (won/ea)
RFID	500	2	1,000

어상자의 가격 구성은 Table 3-21과 같이 원 재료비, 로스율, RFID 생산가격으로 이루어진다. 원재료비는 원료의 가격으로 상황에 따라 차이가 발생하지만 연구하는 현 시점 기준으로 1.4 kg 기준 2,700 원/매이며 플라스틱 생산 공정의 로스율은 3%로 147원, RFID 가격 1,000 원/매, 생산원가 1,110 원/매 총 4,957 원/매이다.

Table 3-21 Expected product price

Entry	Raw material charge (won)	Loss rate	RFID	Production cost			Total (won)
		3%		Fishery box (850 ton)	Cap (2 ea)	Corner piece (2 ea)	
Price	2,700	147	1,000	850	130	130	<b>4,957</b>

※ Excluding transportation fee

Table 3-22에서 어상자의 소재별 가격을 비교한 결과 나무상자는 지역마다 다소 차가 발생하여 1,300 원 ~ 1,700 원/매, 발포스티로폼 상자는 1,600 원/매, 개발 플라스틱 어상자는 4,957 원/매 으로 가격 측면만 보면 플라스틱이 가장 비싸다. 그러나 평균사용 횟수를 검토할 때 나무상자는 평균 5회 사용으로 회당 260 ~ 340 원이며 ESP 상자는 일회성으로 1,600 원/매, 개발 플라스틱 어상자는 내용 수명이 5년으로 월 1회 사용한다고 가정할 때 회당 가격은 82.6 원/매로 낮았다. 회수비는 동일하다고 가정할 때 세척비 포함 플라스틱 어상자는 232.6 원/매 으로 나무 어상자보다 경제적이다.

Table 3-22 Comparison of fishery box for each material

Item	Wooden box (won)	EPS box (won)	Plastic box (won)
Price	1,300~1700	1,600	4,957
Mean number of use	5 time	1 time	Multiple, (life-time 5 years)
Price (won)/use	260~340	1,600	82.6
Washing Price (won)	150		150

-Plastic box : life-time 5 year (60 month) × 1 time/month use = 60 time

모든 어상자 3,800 만개의 60%인 2,280 만개를 플라스틱 어상자로 대체할 경우 Table 3-23과 같이 연간 40 억원에서 58 억원 수준의 원가 절감 효과가 예상된다.

Table 3-23 Economic benefit of plastic box vs wooden box

Item	Price (won)/use	Difference, plastic box (won)	Amount (thousand)	Economic benefit (1,000 won)
Wooden box	260~340	177.4~257.4	21,350	4,044,720~5,868,720

### 3.4. 결론

본 연구에서는 비위생적이며 물류효율이 떨어지는 나무 어상자를 표준 파렛트에 정합성을 가지는 적재효율이 향상된 어상자를 개발하고자

하였다. 어상자의 사용 환경에서 강도와 편리성, 위생성 등을 고려하였으며 어상자의 경제성도 검토하였다. 결과는 다음과 같다.

1. 개발된 플라스틱 어상자의 규격은 표준 파렛트 T12형에 정합성을 가지는  $600 \times 400 \times 140$  mm이며 중첩형 회전식으로 적재하도록 설계하였으며 개발된 어상자의 적재효율은 T11형 파렛트에 79.9%, T12형에 100%이다.
2. 어상자는 사용자가 편리하게 사용하도록 손잡이 구멍을 우리나라 성인의 손 크기를 고려하여 설계하였으며, 크기는  $105 \times 28.5$  mm로 하였다. 손잡이의 최종 형상은 사용자의 설문을 통하여 결정하였다.
3. 상자는 T12형 표준 파렛트에 맞게 적재방식을 고려하여 중첩형 회전식으로 설계하였으며 방향의 가시성을 위하여 손잡이 부분에 색상을 넣어 적재오류를 방지할 수 있도록 설계하였다.
4. 모든 방향에서 RFID를 읽을 수 있도록 RFID 삽입 위치를 단측에 위치하도록 하였으며 어상자의 미끄럼이 용이하도록 수직으로 바닥Rib를 설계하였다.
5. 어상자의 강도는 ANSYS 17.1을 활용하여 설계 강도를 확인하였으며 압축 하중은 15,208 N, 바닥면 압축하중 1,892 N, 모서리 충격 강도는 육안검시 문제가 없었다. 다만 모서리 찌힘이 발생하였으나 사용상에는 문제가 없는 것으로 나타났다.
6. 어상자를 플라스틱 세척기에 고온으로 세척하였으나 육안검시 시 문제가 없었으며 어상자 표면에 이물질이 발견되지 않다.
7. 개발된 플라스틱 어상자는 나무 어상자보다 년 40~58 억원의 절감 효과가 있을 것으로 판단된다.



## 4. RFID 기반의 어상자 물류시스템 개발

### 4.1. 연구배경 및 목적

우리나라의 수산물 물류시스템은 전국적으로 통합되어 있지 않으며 물류에 사용되는 어상자의 물류시스템 역시 마찬가지이다. 우리나라의 대표 도매시장은 부산 공동어시장은 평균 위판량 19 만톤, 위판금액 3,801 억원, 60여 어종이 위판되며 고등어의 경우 전국 생산량의 90% 이상 유통되는 최대 산지 위판장이다.

최근 정부는 Fig. 4-1과 같이 수산물 유통 체계를 복잡한 6단계에서 4단계로 줄이는 정책을 진행하고 있다. 정부가 추진하는 4단계는 '생산자 → 산지거점유통센터 (FPC) → 소비지분산물류센터 → 소비자'로 구성된다. 그러나 4단계 유통경로에서도 첫 단계인 경매에 여전히 목상자 4호를 사용하고 있고 이로 인한 어상자 물류 시스템은 효율이 저하되고 수산물의 신선도 및 위생 관리를 어렵게 하고 있다.

이처럼 정부에서 추진하고 있는 수산물 유통체계 정책을 다각적으로 활용하기 위해서는 수산물의 수급도 중요하지만 물류용 어상자의 규격화 및 개발, 저온유통체계 개선, 국내 수산물 이력 추적제 및 수입 수산물의 유통이력제 도입이 절실한 시점이다. 따라서 물류 효율 및 수산물의 위생관리 측면에서 플라스틱 어상자 개발과 함께 물류관리의 효율화 증대를 위해 RFID 기반의 어상자 물류관리 시스템의 개발이 필요하다.

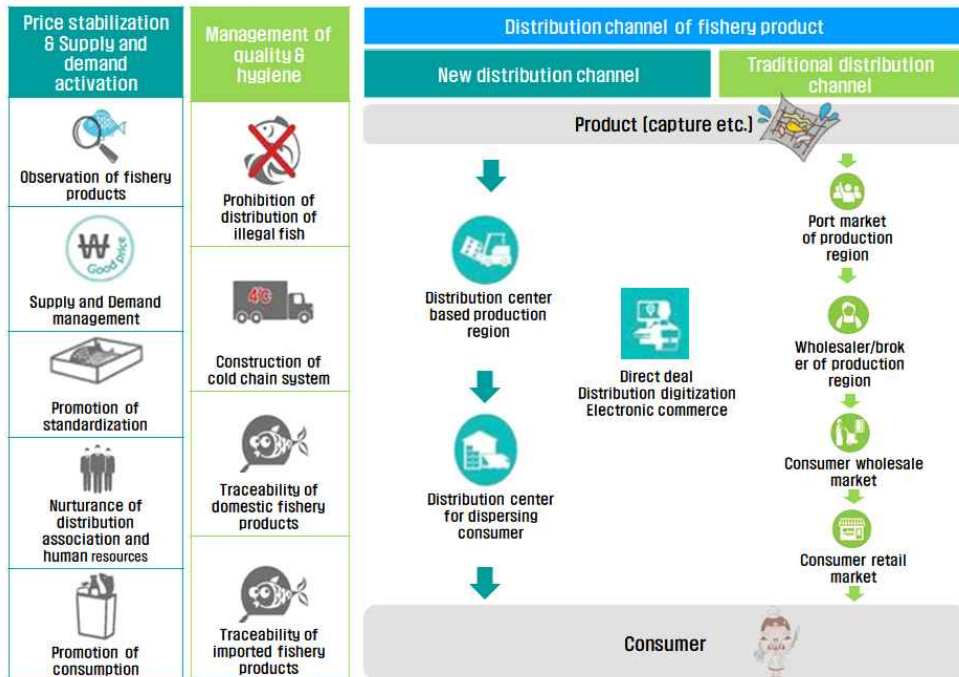


Fig. 4-1 Past and future fishery distribution systems of Korea government

RFID 기술의 물류관리 시스템의 도입 이후 아직 그 가시적인 효과는 뚜렷이 나타나고 있지는 않지만, 많은 사람들이 긍정적인 결과를 예상하고 있다. 본 연구에서 개발된 회수용 어상자의 유통과정에 있어 RFID가 도입될 경우 우선 수산물 이력제 등과 같은 수산물의 이동의 정보화도 가능하다. 또한 RFID 기술을 통해 물류 정보를 수집, 활용함으로써 수산물 유통구조 분석과 부정유통 방지 등에도 활용할 수 있다. 수산물 재고와 같은 물류관리에 전자태그를 활용할 경우 실시간 재고 확인도 가능하다. 궁극적으로 어상자 물류시스템 구축으로 어상자 유통 관리가 용이하여 선진 수산물 유통 구조를 만들어 갈수 있을 것이다.

본 연구에서는 개발된 회수용 어상자에 자동인식 기술로 많은 분야에서 사용되고 있는 RFID 기술을 접목하여 회수용 플라스틱 어상자 물

류관리 시스템 개발 및 현장적용 시험을 통해 최적의 물류관리 시스템을 개발하고자 하였다.

개발하는 어상자 물류관리 시스템의 주요기능은 첫째, 수산물 상자가 유통되는 현장에서 RFID 인식이 가능해야 한다. 둘째, RFID 데이터를 확인할 수 있는 웹 어플리케이션이 제공되어야 한다. 셋째, RFID 정보를 기반으로 입출고 정보를 생성해야 한다. 넷째, 어상자 회수 (입고) 후 RFID 인식에 대한 방법을 정의해야 하며, 다섯째, RFID 코드체계 설계 및 태그 패키징 설계 및 구현이 가능해야 한다.

또한, 어상자 물류관리 시스템의 개발범위는 첫째, 어상자 입출고 관리를 위한 웹 어플리케이션 개발하고 둘째, 어상자의 입출고 통계 정보 확인이 가능하며 셋째, 중도매인이 사용 가능한 모바일 어플리케이션을 개발해야 한다. 넷째, 물류관련 데이터 확인을 위한 홈페이지 및 웹 서버를 구축한다.

## 4.2 재료 및 방법

### 4.2.1 어상자용 RFID 전자태그 설계

#### 가. RFID 전자태그의 목표 설정

본 연구에서는 Table 2-7과 같이 주파수별 RFID의 장단점을 파악하고 회수용 어상자에 적용이 가능한 RFID 운용 주파수 및 태그를 선택하고자 하였으며 다음과 같은 목표 가이드라인을 설정하였다.

- ① RFID의 인식거리는 3 m 범위로 한다. 위판장 경매 시 인식거리

가 길 경우 인식해야할 어상자와 관계없는 어상자를 인식하여 물류정보 수집에 오류를 유발할 수 있다.

- ② RFID 전자태그는 고수분 조건, 야적 중 자외선 조건, 물리적 접촉 등 열악한 환경에서 견딜 수 있어야 한다.

가이드라인의 설정근거는 다음과 같다. 125 kHz 및 135 kHz 주파수 대역은 인식거리가 0.5 m 정도이며 물, 금속이 있는 환경에 강하지만 데이터 전송 속도가 낮고 비교적 가격이 높으며, 동시 다량 판독이 되지 않아 대량으로 데이터 처리하기에는 부족한 단점을 가지고 있어 주로 출입통제, 가축 관리, 차량 원격 시동 등에 이용 되고 있다. 13.56 MHz 주파수 대역은 인식거리는 최대 1 m 정도 이며 물이 있는 환경에는 강하나 금속 환경에 약하다. 데이터 전송 속도는 양호하다. 그러나 동시 다량 판독의 경우 10~40 개 정도의 태그를 읽을 수 있다. 주로 대중교통의 스마트카드, 도서관, 재고관리 등에 응용되고 있다. 530~960 MHz 주파수 대역은 인식거리가 3~8 m로 길고 데이터 속도는 빠르다. 금속 환경에는 강한 물이 있는 환경에서는 반사를 일으키기도 한다. 동시 다량 판독은 50 개 이상으로 많은 데이터를 한꺼번에 읽을 수 있는 장점이 있어 유통, 물류 분야에 다양하게 사용되고 있다. 2.45 GHz 주파수 대역은 인식거리가 0.9 m 정도이며, 태그 크기가 작은 장점이 있고 상품관리, 차량 통제에 많이 사용되고 있다.

현재 운용중인 여러 태그 중 스쿼글 태그 (Squiggle tag)는 넓은 주파수 범위를 가지고 다양한 응용 사용이 가능하도록 최적화된 안테나 디자인을 가지고 있으며 매우 높은 성능을 발휘하고 있다.

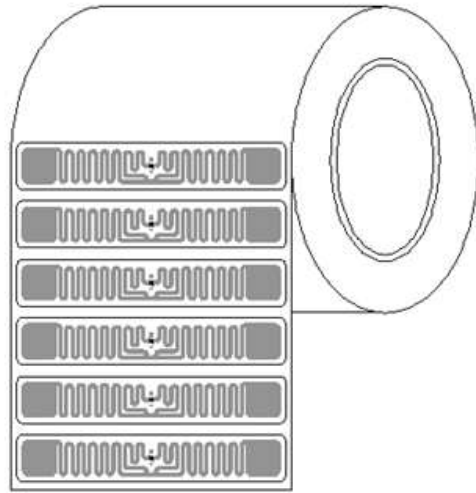


Fig. 4-2 Elementary form of RFID tag

일반적으로 RFID 태그는 Fig. 4-2와 같이 외부로 형태가 외부에 노출된 상태로 열악한 환경이나 외부 영향요인이 많을 경우 RFID 태그가 쉽게 파손되는 단점을 가지고 있으며, 특히 플라스틱 어상자의 유통 환경은 해수, 습도, 강한 햇빛, 충격 등 열악한 환경으로 태그의 손상이 발생될 가능성이 매우 크다. 상자의 기대수명인 5년 이상 견디도록 설계되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 선정된 RFID 태그를 외부 환경으로부터 보호할 수 있는 방법을 찾아 적용하고 RFID 적용에 따른 특성을 계측 및 분석하고자 하였다.

#### 4.2.2. 어상자 물류시스템 개발

본 연구에서 개발된 회수용 어상자에 적합한 RFID 주파수 태그를 삽입하여 RFID로 수집된 어상자 정보는 상자의 실물 회수에 사용하며

사용자 인식 기반으로 어상자를 관리하도록 구성하였다. Fig. 4-3과 같이 관리시스템은 Web용 프로그램은 인터넷에서 다운로드가 가능하며 설치 후 각 지점별로 사용자가 인식한 데이터를 중앙 서버로 저장하고 확인할 수 있도록 하였다.

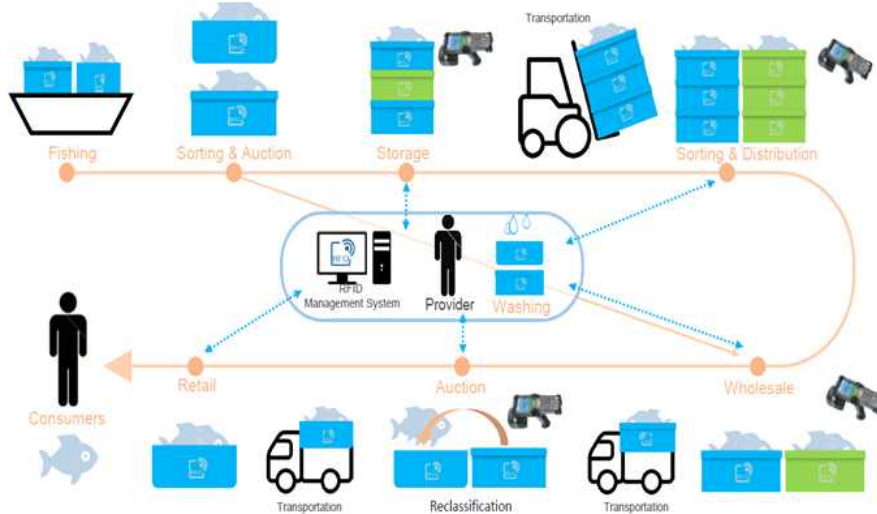


Fig. 4-3 Physical distribution system of plastic box

#### 4.2.3. 물류관리용 소프트웨어 개발

##### 가. 물류관리용 웹 (web) 프로그램의 설계

본 연구에서 회수용 어상자의 물류관리용 웹 프로그램을 설계하기 위해 Fig. 4-4와 같이 웹 프로그램의 시스템을 구성하였다. 물류관리용 웹 프로그램은 Java 기반의 Web Application으로 통합 물류관리를 위한 웹 서비스를 제공하도록 설계하였다. Window와 Linux 운영체제를 모두 지원하도록 설계하였으며, Java Virtual Machine (JVM)이 설치 가능한

운영체제는 모두 지원이 가능하도록 하였다. 운영체제의 기본 메모리는 4 GB 이상, CPU의 속도에는 제약은 없으나 i5 이상에서 원활한 서비스 제공이 가능하도록 설계하였다.

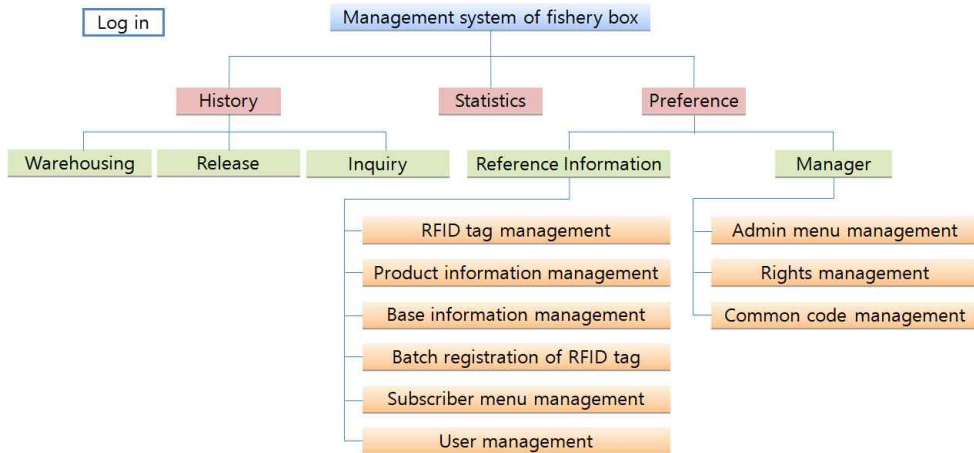


Fig. 4-4 Schematic diagram of web application program for distribution management

UI Layer에서는 Bootstrap 기반의 UI를 제공하도록 Javascript 1.5 버전을 사용하였다. 현재 제공되는 일반적인 웹브라우저는 모두 Javascript 1.5 이상을 지원하고 있어 일반적으로 사용될 수 있도록 설계하였다. 또한, JQuery 1.7 버전을 사용하였으며 웹 페이지 접근 시 JQuery 1.7 버전을 배포하도록 하였고 UI framework으로는 Bootstrap 3 을 사용하였으며, 현재 사용하고 있는 대부분의 Web Browser는 모두 지원이 가능하도록 설계하였다.

물류관리용 웹 프로그램의 기능은 Table 4-1에서 보는 바와 같이 구성하였다. 웹 프로그램의 업무기능을 로그인, 입고, 출고, 이력조회, 통계, 환경설정으로 나누었다. 로그인 기능은 각 사용주체별로 기능이 달라 사

용자 분류의 기능을 하고 입고, 출고는 어상자의 입고와 출고 수량을 입력하도록 하였다. 입출고 재고는 통계기능을 통해 조회가 가능하도록 하며 환경설정은 RFID 태그 관리, 상품정보관리, 거점정보관리 등을 입력하도록 하였다.

Table 4-1 Function of web application program for distribution management

Task	Function	Name	ID	Inquiry	Save	Delete
Home	Main	Main	Main view	○		
	Log in	Log in	Login user	○		
History	Warehousing	Warehousing	Tag in list	○		
		Warehousing quantity	Pop in count detail	○		
		Detailed information	Pop in prod detail	○		
	Release	Release	Tag out list	○		
		Release quantity	Pop out count detail	○		
		Detailed information	Pop out count detail	○		
	Inquiry	Inquiry of history	Tag location list	○		
Statistics	Statistics	Statistics	Statistics tag in list	○		
Preference	Preference	RFID tag management	Tag issue list	○	○	○
		Batch registration of RFID tag	Tag batch list	○	○	○
		Product information management	Product list	○	○	○
		Base information management	branch list	○	○	○
		Subscriber menu management	Menu comp list	○	○	○
		Address search pop	Map search pop	○		
		User management	User list	○	○	○
	Admin	Rights management	Rights mast list	○	○	○
		Admin menu management	Menu admin list	○	○	○
		Common code management	Code common list	○	○	○



## 나. 물류관리용 모바일 프로그램의 설계

모바일 어플리케이션은 사용자가 RFID 태그의 유통이력 추적관련 데이터를 전송하기 위한 관리자 및 사용자 인터페이스를 제공하며 Fig. 4-5와 같은 구성으로 설계하였다.

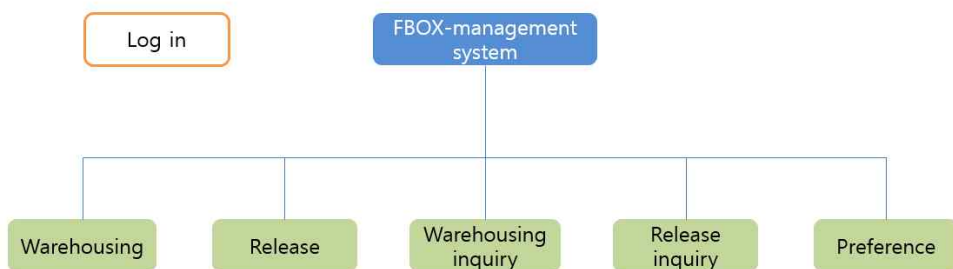


Fig. 4-5 Schematic diagram of mobile application program for distribution management

물류관리용 모바일 프로그램은 안드로이드를 기반으로 하여 개발하였으며 기능은 Table 4-2에서 보는 바와 같이 구성하였다. 각 기능은 입고, 입고 세부사항, 출고, 출고 세부사항, 입고조회, 출고조회, 환경설정으로 구분하였다.

Table 4-2 Function of mobile application program for distribution management

Task	Function	Name	ID	Inquiry	Save	Delete
Home	Main menu	Main menu	Main menu	○		
	Log in	Log in	Login user	○		
Warehousing		Warehousing	Receiving	○		
		Detail of warehousing	Receiving detail	○	○	
Release		Release	Shipping	○		
		Detail of release	Shipping detail	○	○	
Warehousing inquiry		Warehousing inquiry	Receiving trace	○		
Release inquiry		Release inquiry	Shipping trace	○		
Preference		Preference	Configuration			

#### 4.2.4. 어상자 물류관리 시스템의 현장평가

##### 가. 시험설계

개발된 회수용 어상자 및 물류관리 시스템의 현장평가는 Table 4-3 과 같이 부산국제수산물 도매시장에서 2015년 12월 4일부터 2017년 1월 4일까지 고등어를 대상으로 실시하였다. 현장평가는 기존 적용되고 있는 사용 환경을 그대로 적용하였다. RFID 인식기는 Fig. 4-6과 같고 제조사는 NetHom사이다. 사양은 Table 4-4와 같다. RFID 시험은 Fig. 4-7 과 같이 회수용 어상자의 RFID 인식 후 입고하여, 고등어가 포장된 후 냉동 창고 보관 또는 가공공장 및 유통업체 이송되고 빈 어상자를 선별 하여 물류센터로 회수되는 경로를 걸쳐 현장평가를 실시하였다. 각 구간 별 이동시 RFID 인식기와 스마트폰 어플리케이션을 활용하여 정보를 수

집하였다.

Table 4-3 Schedule of on-site feasibility test of the developed RFID plastic boxes in the fishery distribution system

Division	Test schedule	Number of tested boxes (ea)	Variety of fish
1st	2016.12.04 ~ 2016.12.06	143	Mackerel
2nd	2016.12.08 ~ 2016.12.11	146	Mackerel
3rd	2016.12.18 ~ 2016.12.20	141	Mackerel
4th	2017.01.05 ~ 2017.01.08	144	Mackerel



Fig. 4-6 RFID reader used in the field test

Table 4-4 RFID reader specification

Division		Content
RFID	Reader	Impinj R2000 chipset
	Antenna	Linear Yagi
	Frequency	UHF 900MHz, KR(KC)/US(FCC)/EU(CE)/JP(TELEC) /CH9SRRP)
	Protocol	ISO-18000-6C/EPC Global Class1 Generation2
	Anti-collision	100 ~ 150 ea/sec
	Output	MAX. +30 dBm (1Watt), 1dBm Unit coordination function
	Tag ID record	19,000 ea, 96bit EPC criteria
Communication function	USB	USB 2.0, Virtual com port
	Bluetooth	Bluetooth class2 V2.0+EDR, SPP profile
Human interface	Display	1.3"White OLED LCD
	Status display LED	RFID operation, BT operation, state of charge, total 3 unit
	Button	Power button, RFID button, Menu button, total 6 unit
	Speaker and vibration	Max (78 dB), Middle (70 dB), Min (62 dB), noiseless, vibration, total 5 unit

본 연구에서는 Fig. 4-7과 같이 회수용 어상자 물류의 경로에 따른 현장평가 매뉴얼을 적용하였으며, 이동경로는 어상자는 어상자 물류센터에서 파손 유무를 가려 어민에게 공급되고 경매를 거쳐 저온창고, 가공공장으로 이동한다. 저온창고 혹은 가공공장에서 회수된 어상자는 어상

자 물류센터로 이동하여 파손 유무를 거친 후 다시 공급하도록 하였으며, 본 현장평가를 통해 개발된 회수용 어상자의 파손율 및 회수율에 대한 조사 분석을 실시하였다.

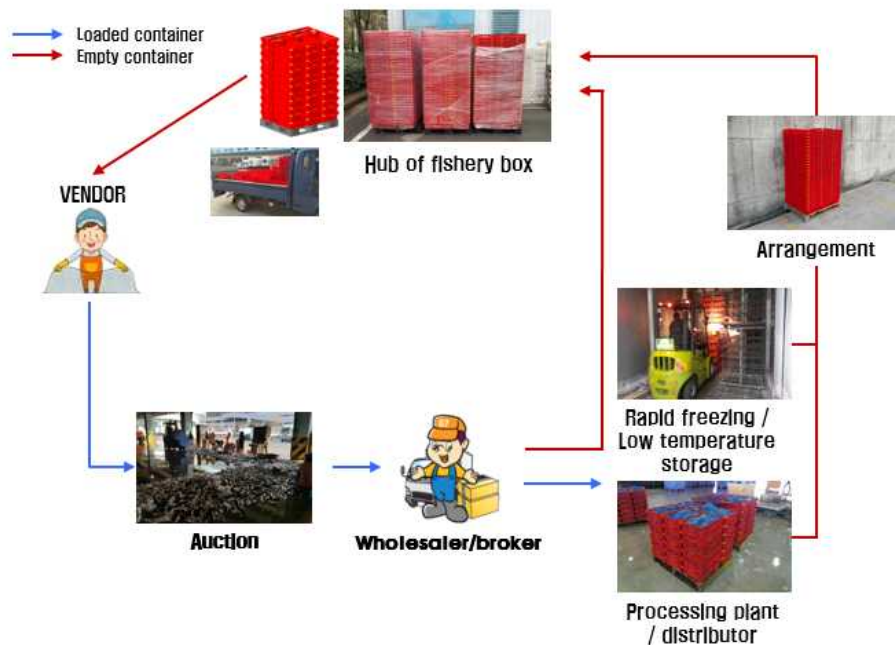


Fig. 4-7 Routes of the RFID plastic boxes in the on-site feasibility test

## 나. 물류시스템 평가방법

본 연구에서 개발된 물류관리용 소프트웨어는 RFID를 인식을 통하여 어상자를 수불관리하고 시스템 사용에 문제는 없는지 확인하였다. 또한, 회수용 어상자 물류관리 시스템의 평가를 위해 입고 및 출고의 기동별 데이터 확인을 통하여 정상 처리 유무를 평가하였다. Fig. 4-8과 같이 각 구간별 현장의 데이터는 모바일 데이터 전송 기준이고, 데이터 검

중은 웹에서 조회된 데이터를 기준으로 검증을 진행하였다.



Fig. 4-8 On-site evaluation of physical distribution management system by each section

## 다. 어상자 물류시스템의 경제성 분석

RFID를 활용한 물류시스템은 어상자의 입고, 출고, 재고 등의 파악에 기존 어상자보다 인시와 비용이 감소한다. 물류시스템의 경제성은 어상자의 재고 수량에 소요되는 시간과 회수 시 선별 정리 및 회수에 소요되는 시간의 효율성으로 평가하고자 한다. Fig. 4-9와 같이 현장 시험 시 어상자의 입고 후 수산물 포장 및 출고 수량 확인에 필요한 시간 측정하여 비교하였다.



Fig. 4-9 View of checking number of fishery boxes  
(left : plastic box, right : wooden box)

어상자의 선별 정리 및 회수는 Fig. 4-10과 같이 출고 후 냉동 창고 또는 위판장에서 비워진 어상자를 선별 및 정리 소요 시간을 확인하였다. 두 가지 시험에 대한 데이터는 통계 프로그램인 R Ver 3.4.1로 평균 간 테스트를 하여 검증하고자 한다.



(a) plastic boxes (b) wooden boxes

Fig. 4-10 View of recollected plastic fishery boxes


## 4.3 결과 및 고찰

### 4.3.1. 어상자용 RFID 전자태그

수산물 전용 물류관리 시스템 구성의 기본 단위인 어상자에 RFID 태그 삽입을 위한 태그 코드 체계는 EPC global 표준 코드 체계를 준수하여 설계하였다. 본 연구에서 개발된 어상자용 RFID 태그는 Table 4-3 과 같이 Alien사의 Higgs-4 태그 중 ALN-9762 태그를 선정하였다.

주파수 대역은 840 ~ 96MHz이다. 선정 이유는 어상자의 RFID 삽입 공간이 70×20 mm로 안테나 사이즈를 고려하였을 때 가장 적합하며 RFID의 인식거리는 3 m로 수산물 상자 작업 전 후 중복인식을 피하기가 용이하여 선정하였다. 태그는 일반 목적 태그 군에서 최상 수준의 성능을 보이며 시험적인 환경에서도 잘 동작 가능하도록 안테나가 디자인된 스퀴글 태그 (squiggle tag)를 선정하였으며 본 물류관리 시스템에 적용 설계하였다.

Table 4-5 Specification of RFID tag developed for the fishery box

Division	Content
Shape	
Protocol	ISO/IEC 18000-6c EPCglobal Class 1 Gen2
Operating frequency	840-960 MHz
EPC size	128 Bits
User memory	128 Bits
Operating limits	[-40°C to +70°C]/ 20% to 90% RH
Bend diameter	> 1.97" [50 mm]
Pressure	< 5 N/ mm <sup>2</sup>



열악한 환경에서 RFID 태그를 보호하기 위하여 Fig. 4-11과 같이 PET (polyethylene terephthalate)재질의 필름으로 패키징하였다. 다층구조의 구성은 PET, 상부스티커, RFID 태그로 구성하였으며 상부 유포지에는 RFID 시리얼 번호를 삽입하였다. 시리얼 정보는 제조업체 코드와 태그 제조 년, 제조 월, 시리얼 번호를 이진수 값에서 십진수로 변환하여 시리얼화 하였다.

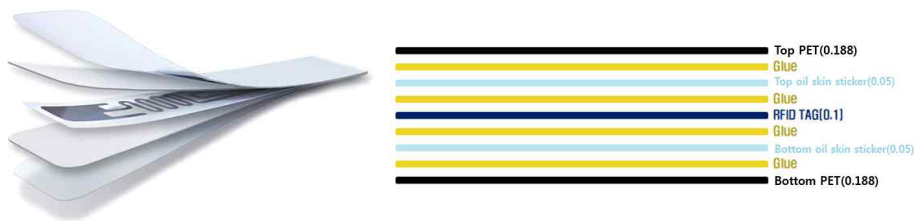


Fig. 4-11 Packaging structure of RFID tag for the fishery box



Fig. 4-12 Packaging of RFID tag with PET

본 연구에서는 패키징 RFID 태그의 외곽 사이즈는 Fig. 4-12와 같이 손잡이 부분의 길이를 감안하여 78×23 mm으로 제작하였으며, 두께는 0.65±0.15 mm이었다. 제작방식은 회로 제조 시 얇은 필름을 롤에 그대로 감아 가공하는 방식 (Roll to Roll)으로 제작하였다.

Fig. 4-13은 개발된 어상자에 RFID 태그를 삽입하는 방법을 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 개발된 어상자에는 최대 2개의 RFID 태그를 삽입할 수 있도록 설계하였으며, 1개의 태그가 불능상태일 경우 여분의 태그로 어상자를 인식 할 수 있도록 설계하였다. 두 개의 태그가 모두 정상 동작하지 않을 경우 태그를 추출하여 시리얼 번호를 보고 새로운 태그로 교체할 수 있도록 설계 및 개발하였다.



(a) RFID tag



(b) RFID tag insertion



(c) Cover the lid

Fig. 4-13 Method for inserting RFID tag

#### 4.3.2. RFID 어상자 물류시스템

개발된 회수용 어상자의 물류시스템을 Fig. 4-14와 같이 구성하여 위판장인 수협으로 어상자를 이동 후 어민들이 어획한 수산물을 어상자에

담아 경매를 진행하게 되며, 경매를 진행하기 전 RFID 인식기를 통해 어상자의 정보를 읽고 어종, 등급 등을 기타 데이터를 작성 후 각 경로에 따라 이동하며 최종 소비지에서 어상자를 회수하면서 최종 데이터를 확인한다. 회수한 어상자는 세척센터에서 세척 후 필요한 곳에 입고하는 시스템으로 구축하였다.

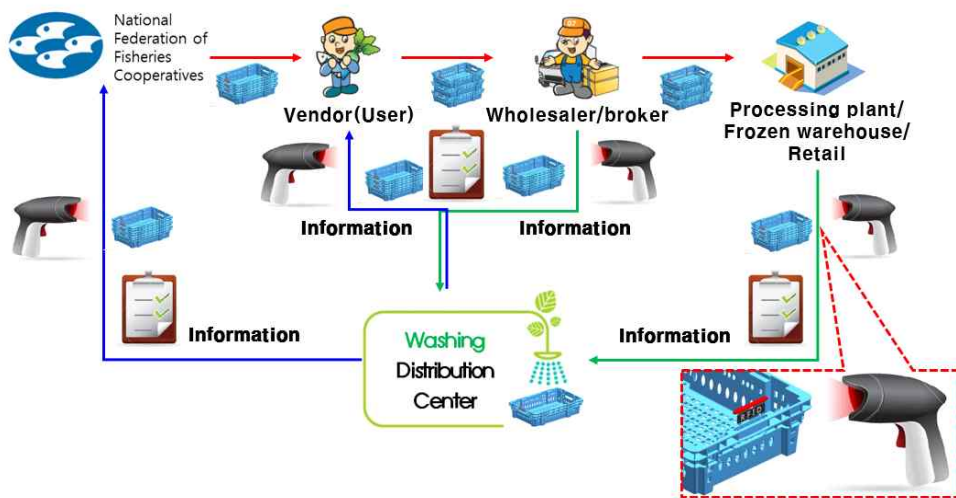


Fig. 4-14 Distribution system for intercommunity and recovery of developed fishery box

회수용 어상자의 물류관리 시스템을 구성하기 위한 데이터는 각 거점별로 스마트폰을 활용하여 사용자가 직접 입고 출고 데이터를 발생하기 위하여 RFID 정보를 획득하였다. Fig. 4-15와 같이 각 거점별로 입고 출고 데이터를 실시간으로 처리하면서 서버로 데이터가 전송되는 시스템 구성을 나타내고 있으며 해당 정보는 서버로 수신되며, 데이터 필터링 과정을 거쳐 데이터베이스에 저장되도록 설계하였다.

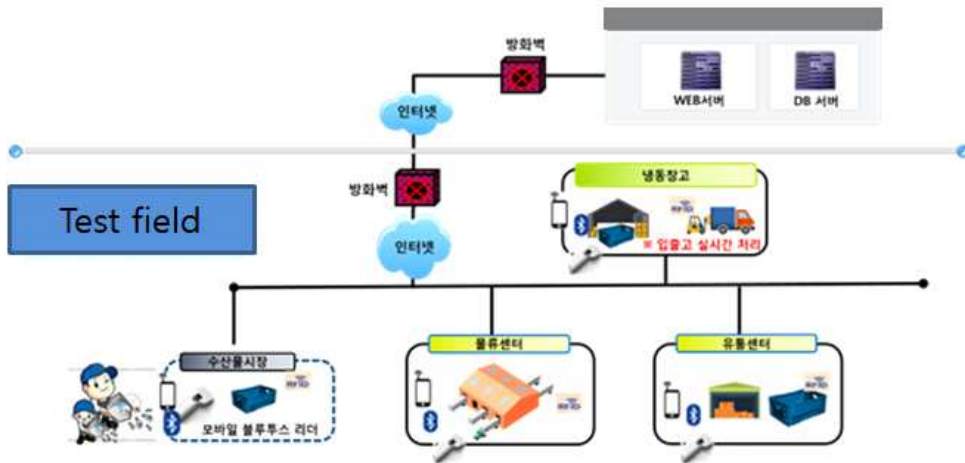


Fig. 4-15 Schematic diagram of distribution management system of developed fishery box

Fig. 4-16은 개발한 웹 프로그램으로 입출고 조회, 입·출고 수량상세 조회, 세부정보조회, 통계, 이력조회를 보여주고 있다. 입출고조회는 입고와 출고의 간략 정보를 보여 주며, 입출고 수량 상세조회는 이동한 재고를 명확하게 보여준다. 세부정보조회는 이동한 어상자의 신뢰성을 보여 줄 수 있도록 사진 촬영 저장 기능이 있다. 통계는 재고의 입고, 출고, 이동 등의 자료를 통계화 시켜 보여 준다. 마지막으로 이력조회는 각 어상자가 이동하면서 수집한 정보를 한눈에 보여주는 창이다.



Fig. 4-16 Layout of web application program for distribution management

본 연구에서 개발된 모바일 프로그램의 화면구성은 Fig. 4-17과 같다.



Fig. 4-17 Layout of mobile application program for distribution management

### 4.3.3. 어상자 물류시스템의 현장평가와 분석

#### 가. 회수용 어상자의 파손 및 회수율

본 연구의 어상자 물류시스템 현장평가는 총 4번 진행하였고 그 결과는 Table 4-6에 나타내었다. 회수용 어상자의 파손율은 1.22%로 회수율은 98.78%로 나타났다. 어상자의 파손은 현장 냉동 창고 작업자들이 낚선 플라스틱 어상자에 대하여 기존 상자와 같은 방식으로 취급하여 파손이 일어났으나 1차 이후 파손은 발생하지 않았다.






Table 4-6 Result of on-site evaluation of distribution management system of developed fishery box

Division	Input quantity (ea)	Damaged quantity (ea)	Unrecovered quantity (ea)	Damage rate (%)	Recovery rate (%)
1st	143	7	0	4.90	95.10
2nd	146	0	0	0.00	100.00
3rd	141	0	0	0.00	100.00
4th	144	0	0	0.00	100.00
Total	574	7	0	1.22	98.78

본 연구에서 회수용 어상자 물류시스템 현장평가에서 발생한 문제점은 첫째 Table 4-7과 같이 돌려쌓기 시 어상자의 적재 방향에 대한 오류로 제대로 다단 적재하지 못하고 운송 중 붕괴하는 사고가 발생하였으며, 둘째로 나무 어상자를 사용하던 습관으로 인하여 플라스틱 어상자를 사용하면서도 갈고리로 상자를 찍어 운반하려고 시도하여 상자가 파손이 발생하였다. 플라스틱 어상자 개발 시 설계된 구멍들을 이용하여 갈고리

사용상에 불편함은 없었다. 마지막으로 냉동 창고 입고 후 수산물을 분리시키는 작업 중 기존 상자는 분리가 되지 않아 충격을 주어 분리하여 상자의 파손이 발생되기도 하였다. 그러나 2차 현장평가 이후 어상자 작업자들이 개발된 어상자에 취급에 익숙해지면서 어상자 파손은 더 이상 발생되지 않았다.

Table 4-7 Analysis of on-site evaluation of distribution management system of developed fishery box

Item	Contents	
Collapsed fishery box		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collapsed by fishery box abnormal multi-step loaded</li> <li>- Development of rotational stack method. Developed fishery boxes were loaded by conventional way of wooden fishery boxes.</li> </ul>
	<p style="text-align: center;">Collapsed fishery box</p> 	
		
	<p style="text-align: center;">Normally multi-step loaded fishery box</p>	<p style="text-align: center;">Abnormally multi-step loaded fishery box</p>
Using hooks	 <p style="text-align: center;">Using hooks</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- There is no problem with using hooks used in conventional wooden fishery box.</li> </ul>
Damaged fishery box	 <p style="text-align: center;">Damaged fishery box</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wooden fishery box should be dropped to remove it from other fishery box and fish body for depanning process.</li> <li>- Developed fishery box should not be dropped as it is separated from fish body easily.</li> </ul>



## 나. 회수용 어상자의 물류관리 소프트웨어 현장평가

회수용 어상자 물류관리 시스템의 평가를 위해 입고 및 출고의 기능별 데이터 확인을 통하여 정상 처리 유무를 평가하였다. 각 구간별 현장의 데이터는 모바일 데이터 전송 기준이고, 데이터 검증은 웹에서 조회된 데이터를 기준으로 검증을 진행하였다.

물류관리 소프트웨어의 현장평가 결과 입고, 출고, 회수, 조회, 통계 기능 등 모두 작동되었다. 작업자들은 스마트폰 및 RFID 인식기를 활용하여 데이터를 입출력하였다. 웹 어플리케이션 프로그램을 통해 입출고 현황을 분석하였으며, Fig. 4-18, Fig. 4-19는 어상자의 입출고 현황을 보여주고 있으며, Fig. 4-20, Fig. 4-21은 스마트폰의 입출고 현황을 확인할 수 있었다. 웹 어플리케이션과 스마트폰 어플리케이션 모두 검증결과 100%의 입출고 관리 결과를 나타내었다.

[ 입고 수량 현황 ]

	상품명	EPC_URN	날짜
1	FishingBox	grai:95100027.9220.00191	2016-12-09 11:31:26
2	FishingBox	grai:95100027.9220.00130	2016-12-09 11:31:26
3	FishingBox	grai:95100027.9220.01045	2016-12-09 11:31:26
4	FishingBox	grai:95100027.9220.00403	2016-12-09 11:31:26
5	FishingBox	grai:95100027.9220.00142	2016-12-09 11:31:26
6	FishingBox	grai:95100027.9220.00670	2016-12-09 11:31:26
7	FishingBox	grai:95100027.9220.00244	2016-12-09 11:31:26
8	FishingBox	grai:95100027.9220.00188	2016-12-09 11:31:26
9	FishingBox	grai:95100027.9220.00127	2016-12-09 11:31:26
10	FishingBox	grai:95100027.9220.00190	2016-12-09 11:31:26
11	FishingBox	grai:95100027.9220.00278	2016-12-09 11:31:26
12	FishingBox	grai:95100027.9220.00671	2016-12-09 11:31:26
13	FishingBox	grai:95100027.9220.01042	2016-12-09 11:31:26
14	FishingBox	grai:95100027.9220.00427	2016-12-09 11:31:26

50 Page 1 of 3 Displaying 1 to 50 of 136 items

Fig. 4-18 Screen of output of warehousing data of user of web application program

[ 출고 수량 현황 ]

출고 수량 현황

	상품명	EPC_URN	날짜
1	고등어	grai:95100027.9220.00359	2016-12-09 11:33:34
2	고등어	grai:95100027.9220.00249	2016-12-09 11:33:34
3	고등어	grai:95100027.9220.00226	2016-12-09 11:33:34
4	고등어	grai:95100027.9220.00224	2016-12-09 11:33:34
5	고등어	grai:95100027.9220.00274	2016-12-09 11:33:34
6	고등어	grai:95100027.9220.00383	2016-12-09 11:33:34
7	고등어	grai:95100027.9220.00360	2016-12-09 11:33:34
8	고등어	grai:95100027.9220.00122	2016-12-09 11:33:34
9	고등어	grai:95100027.9220.00280	2016-12-09 11:33:34
10	고등어	grai:95100027.9220.00248	2016-12-09 11:33:34
11	고등어	grai:95100027.9220.00432	2016-12-09 11:33:34
12	고등어	grai:95100027.9220.00118	2016-12-09 11:33:34
13	고등어	grai:95100027.9220.00183	2016-12-09 11:33:34
14	고등어	grai:95100027.9220.00148	2016-12-09 11:33:34

50 Page 1 of 3 Displaying 1 to 50 of 118 items

닫기

Fig. 4-19 Screen of output of release data of user of web application program

입고조회

2016-09-23 A생산지 검색

날짜	수량	작업자
2016-09-23 13:36:49	5	현병훈
2016-09-23 12:59:45	5	현병훈
2016-09-23 10:23:11	5	현병훈

조회건수 3 개 합계 15

Powered by

Fig. 4-20 Screen of output of warehousing data of user of mobile application program



날짜	수량	작업자
2016-09-23 15:15:42	2	한병훈
2016-09-23 10:09:17	5	한병훈

조회건수 2 개 합계 7

Fig. 4-21 Screen of output of release data

#### 다. 어상자 물류시스템의 경제성과 신뢰성

어상자 물류시스템에서 어상자는 Table 4-8에서 보는 것처럼 기존 나무 어상자의 경우 사람이 수기로 재고를 파악하는 시간보다 60%이상 줄었다. 출하 수량에 대한 휴먼 에러와 RFID 인식 에러는 발생하지 않았다. 재고파악 시간에 대한 평균간 테스트를 실시한 결과 T 값은 -46,924이며 p-value는  $5.666 \times 10^{-7}$ 로 0.05보다 현저하게 작은 값이 나와 두 집단 간 평균값에 고도의 유의차가 있음을 확인하였다.

Table 4-8 Analysis shipment time of plastic boxes and wooden boxes

Number	Amount	Time		Gap
		RFID	Human	
1st	143	18	56	-67.9%
2nd	146	15	57	-73.7%
3rd	141	19	62	-69.4%
4th	144	13	59	-78.0%

\* T values between times (RFID, human) = -46.929

어상자의 정리 및 상차 시간에 대한 결과는 Table 4-9와 같다. 어상자 출고 후 회수 시 시간은 플라스틱 어상자가 19%정도 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 검증을 위한 평균간 테스트 결과는 T 값은 -16.966 이었으며 p-value 값이  $2.493 \times 10^{-5}$ 로 두 집단 간 평균에 고도의 유의차를 나타냈다.

Table 4-9 Selection and loading time

Number	Amount	Time (s)		Gap
		plastic	Wood	
1st	143	529.8	660.8	-19.8%
2nd	146	540.6	684.6	-21.0%
3rd	141	522.6	651.6	-19.8%
4th	144	533.4	665.4	-19.8%

\* T values between times(RFID, human) = -16.966

## 4.4. 결론

본 연구에서는 개발 회수용 어상자의 RFID 기반의 물류관리 시스템 개발을 위하여 어상자용 RFID 전자 태그 설계, 어상자 물류관리 시스템 구조 구성 및 물류관리를 웹 및 모바일 어플리케이션 프로그램을 개발하고 현장평가를 통해 개발된 어상자 물류관리 시스템의 효율성을 평가하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 국내 수산물 물류시스템에서 반복적으로 사용할 수 있는 어상자용 RFID 태그를 개발하였다. 개발한 RFID는 530~960 Hz의 주파수를 사용하며 손상을 방지하기 위하여 PET 코팅을 하였다.
2. 수산물 물류시스템에서 회수용 RFID 어상자를 이용한 무선인식의 오류를 평가한 결과 100% 인식하는 것으로 판명되었다.
3. 수산물의 전체 물류 흐름을 파악하기 위해 어상자의 입출고 이력을 관리할 수 있는 시스템을 구축하였으며, RFID로 수집된 어상자 정보는 상자의 실물 회수에 사용하며 사용자 인식 기반으로 어상자를 관리하도록 회수용 어상자 물류관리를 웹 및 모바일 어플리케이션 프로그램 개발하였다.
4. 개발한 회수용 어상자와 어상자 물류시스템을 현장평가 하였으며 어상자의 입출고 현황 검증결과 100%의 출고 관리 결과를 보였고 어상자의 회수율은 98.78%를 기록하였으나 새로운 어상자의 취급에 물류 종사자들이 익숙해지면 100% 회수가 가능하다고 분석되었다.
5. 개발한 회수용 어상자와 어상자 물류시스템의 경제성을 분석한 결과 기존 재고 파악 시간의 경우 65%, 선별 상차 시간은 20%수준

으로 감소하는 것으로 판명되었다.

## 5. 종합 결론 및 요약

수산물은 2015년 현재 연간 거래액이 10조원에 달하며 국민영양과 건강에 밀접한 중요한 식품자원이다. 우리나라의 수산물물류시스템은 농산물이나 식품과 달리 현대화가 미흡한 상황이다. 현재 수산물 유니트로드에 사용되는 어상자는 주로 목재로 제작되는데 재사용됨으로 인하여 비위생적이며, 재사용 횟수가 작으므로 목재자원의 낭비가 심하여 친환경적이지 못하며, 물류효율이 낮은 문제점을 가지고 있다.

본 연구는 현재 수산물 물류시스템에서 사용되고 있는 비위생적이며 물류효율이 낮은 어상자를 대신하여 세척이 용이한 위생적인 회수형 어상자와 어상자의 물류관리시스템을 개발하기 위하여 수행되었다.

어상자는 현장조사와 순환물류용기의 표준, 세계 선진국의 표준, FAO의 어상자 표준 사항 등을 규격을 참고하여 규격을 설정하고 물류효율과 적재성이 우수한 형태로 진행하였다. 유한요소해석을 통하여 분석하고 물리적인 품질 평가를 실시하여 강도를 평가하였다.

RFID 기반의 어상자 물류관리 시스템 개발은 RFID 전자 태그 설계를 설계하과 물류관리를 웹 및 모바일 어플리케이션 프로그램을 개발하고 현장평가를 실시하여 시스템을 평가하였으며, 주요 결과는 다음과 같다.

1. 세척이 용이한 회수형 플라스틱 어상자의 규격을 개발하였다. 어상자의 규격은 표준 파렛트 T12형에 정합성을 가지는 600 × 400 × 140 mm이며 중첩형 회전식으로 적재하도록 설계하였다. 개발된 어상자의 적재효율은 T11형 파렛트에서는 79.9%, T12형에서는 100%로 분석되었다.

2. 취급이 용이한 회수형 어상자의 구조를 설계하였다. 작업자의 작업 여건을 고려하여 손잡이 구멍을 대한민국 성인 손에 적합한 크기로  $104.8 \times 28.5$  mm로 하였으며 파렛타이징 후 RFID 인식을 위하여 측면에 RFID 삽입구를 설계하였다. 중첩형 회전식에서는 상하 상자의 방향구분이 필요하여 이를 위하여 손잡이 부분에 색상을 넣어 가시성을 확보하였으며 바닥 미끄럼이 용이하게 하고 배수를 용이하게 하기 위하여 사선으로 Rib를 설계하였다.
3. 기존의 물류시스템에 적합한 강도의 어상자를 설계하여 강도를 확인하였다. 어상자의 강도는 압축하중 15,208 N, 바닥면 압축하중 1,892 N 이었으며, 모서리 충격강도는 육안검사에 문제가 나타나지 않아 강도에는 문제가 없었으며 세척 후 세균검출 수를 비교한 결과 기존 어상자에 비하여 위생적으로 우수한 것으로 나타났다.
4. RFID를 활용한 어상자의 물류시스템을 구축하였으며 어상자의 실물 회수에 사용하며 사용자 인식 기반으로 어상자를 관리하도록 개발하였다.
5. 회수용 어상자 물류관리용 웹 및 모바일 어플리케이션 프로그램과 모바일 어플리케이션 프로그램을 개발하여 현장평가 검증결과 100%의 입출고 관리 결과를 보였다.
6. 개발된 회수형 어상자 물류시스템을 적용할 경우 나무 어상자를 사용하는 것에 비하여 연간 40억~58억 원 원가를 절감하는 것으로 분석되었다.



## 6. References

1. A plan for construction of agricultural cold chain system. Korean Association of Air Conditioning Refrigerating and Sanitary Engineers. Journal of the KARSE. vol 19(8).
2. ASTM D 4169:2014, Standard practice for performance testing of shipping containers and systems.
3. Glover, B. & Bhatt, H. 2007. RFID Essentials (In Korean, RFID understanding and application for the executive). Hanbit media.
4. EN 13117-1. 2000. Transport packaging – reusable, rigid plastics distribution boxes – Part 1 : general purpose application.
5. EN 13117-2. 2000. Transport packaging – reusable, rigid plastics distribution boxes – Part 2 : general specifications for testing.
6. ETRI. 2008. Visible RFID/USN, ETRI easy IT Series No. 6.
7. Frederiksen, M., Osterberg, C., Silberg, S., Larsen, E., & Bremner, A. 2002. Info-Fisk. Development and validation of an internet based traceability system in a danish domestic fresh fish chain. journal of aquatic food product technology, 11(2), 13-34.

8. Ha, Y.S. and Kim, S.I. 1997. Development of high Compression strength corrugated fiberboard containers for apples. Korean Journal of Food Preservation. vol 4(3). 245-249.
9. Han, G.S. 2010. A study on situation analysis and improvement strategies for logistics system of perishable foods in Korea.
10. Han, S.C. 2010. Strategies for activating fresh logistics system in Jeju.
11. Hsu, Y.C., Chen, A.P., & Wang, C.H. 2008. A RFID-enabled traceability system for the supply chain of live fish. IEEE international conference on automation and logistics. 81-86.
12. Huang, G.Q., Zhang, Y.F., Chen, X., & Newman, S.T. 2008. RFID-enabled real-time wireless manufacturing for adaptive assembly planning and control. Journal of Intelligent Manufacturing, 19(6). 701-713.
13. ISO 2875. 2000. Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - water-spray test.
14. ISO 4180. 2009. Packaging - Complete, filled transport packages - general rules for the compilation of performance test schedules.

15. ISO 3676. 2012. Packaging – unit load sizes – Dimensions.
16. ISO 3394. 2012. Dimensions of rigid rectangular packages – transport packages.
17. ISTA resource book. 2015.
18. Jung, H.S. 2008. Ergonomic design and evaluation of carrying handles for bag. IE interface. vol 17(1).
19. Jung, I.J. 2007. Determination of the optimal handle position for cartons through the evaluation of youth user's preferences. Journal of the Ergonomics Society of Korea. vol 26(4), 49–56.
20. Kelepouris, T., Pramataris, K., & Doukidis, G. 2007. RFID-enabled traceability in the food supply chain. Industrial Management & Data Systems. vol 107(2), 183–200.
21. Kim, J.B. 2004. Introduction of RFID-based fisheries traceability. Ocean policy research. Vol 19(2). 77–105.
22. Kim. O.Y., & Lee, J.K. 2010. The study of seafood logistics network with RFID. Journal of the Korean Society for Simulation. vol 19(2). 43–49.

23. Korea Maritime Institute. 2008. Demonstration of traceability of fishery product(final report).
24. KS C IEC 60749. 2013. Semiconductor devices—Mechanical and climatic test methods—Part 13 : salt atmosphere.
25. KS T 1347. 2011. Reusable, rigid plastics distribution boxes—Part 1 : general purpose application.
26. KS T 1348. 2011. Transport packaging—general specifications for testing.
27. KS T 1081. 2014. Plastic returnable containers.
28. KS T 1202. 2014. Plastic returnable containers with a RFID tag.
29. Lee. M.H., Son, K.J., & Kim, J.N. 2002. Development of structural design and standards for fishery containers during distribution process. Korean Journal of Packaging Science & Technology. vol 8(2). 32-38.
30. Lee. W.O., Yun, H.S., Lee, H.D., Jung, H., Cho, K. H., & Kim, M. S. 2003. A study on the improvement of low temperature distribution corrugated fiberboard boxes for high quality distribution of melons, grapes and tomatoes. The korean society

of food preservation 22nd presentation.

31. Ministry of Food and Drug Safety. 2015. The Korean standards codex of tools, containers and package for food.
32. Ministry of Ocean and Fisheries. 2004. A study on technology for introduction of low temperature distribution system.
33. Ministry of Oceans and Fisheries. 2013. Measures for improving distribution structure of fishery products.
34. Ministry of Ocean and Fisheries. Rules for the packaging and containment of fishery products.
35. Ministry of Strategy and Finance. 2013. Comprehensive plan to improve the distribution structure of aquatic products.
36. Park. J.M. 2003. Agricultural process and food engineering : development of a computer program for bulk-type container design using optimum design parameter analysis. journal of biosystems engineering. vol 28(4). 315-324.
37. Seafish. 2005. Guidelines for the landing and sale of fishery products, Seafish report No. SR550. ISBN 0 903041-11-2.

38. Seo, S.K. 2005. Microscopic testing of microorganisms, Bomungag.
39. Statistics Korea, 2015 Fisheries production trends survey
40. Statistics Korea, 2015, production volume survey by industry
41. Son, B.S. 2007. Proposal of the fresh logistics cluster for Songdo FEZ. Journal of Korea Port Economic Association, vol. 23(1). 41-59.
42. Suh, K., Lee, J.J., & Suh, B.Y. 2005. A study on unified packing standard for agricultural products based on pallet stacking efficiency. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers. 13-22.
43. The standard of fishery products. 2013. National fishery products quality management service
44. Tirupathi, R., & Chandrupatla. 2000. Introduction to finite elements in engineering.
45. Trebar, M., Grah, A., Melcon, A.A., & Parreno, A. 2011. Towards RFID traceability systems of farmed fish supply chain. Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM), 19th International Conference on Software. 1-6.

46. Yeo, K.T.. 2016. Understanding of logistics, Pakyoungsa.
47. Yeon, J.M. 2009. A study for activation plan to agricultural product processing center. Dissertation for M.S. Yoensei University.
48. Yoon, M.K. 1993. A comparative study on physical distribution and logistics, Korea Logistics Society.

## 7. 부록

포장 모듈치수 일람표 (T11)

호칭 번호	길이×너비 (mm)	1 단 적재수	적재효율 (%)
11-1	1,100×1,100	1	100
11-2	1,100×550	2	100
11-3	1,100×366	3	99.8
11-4	1,100×275	4	100
11-5	1,100×220	5	100
11-6	733×366	4	88.7
11-7	711×388	4	91.2
11-8	687×412	4	93.6
11-9	687×206	2×4	93.6
11-10	660×440	4	96.7
11-11	660×220	2×4	96.7
11-12	650×450	4	97.1
11-13	650×225	2×4	97.1
11-14	641×458	4	97.8
11-15	641×229	2×4	97.6
11-16	628×471	4	98.6
11-17	628×235	2×4	98.6
11-18	611×488	4	99.2
11-19	611×244	2×4	99.2
*11-20	600×500	4	99.6
*11-21	600×250	2×4	99.4
11-22	576×523	4	100
11-23	576×261	2×4	99.8

※\*는 1,200 × 1,000mm과 공통되는 치수



### 포장 모듈치수 일람표 (T11)

호칭 번호	길이×너비 (mm)	1 단 적재수	적재효율 (%)
11-24	550×550	2×2	100
11-25	550×366	2×3	100
11-26	550×275	2×4	99.6
*11-27	550×220	2×5	99.2
11-28	523×288	2×4	99.2
*11-29	500×300	2×4	98.4
*11-30	500×200	3×4	98.2
11-31	488×305	2×4	97.8
11-32	488×203	3×4	97.6
11-33	471×314	2×4	96.9
11-34	471×209	3×4	96.7
11-35	458×320	2×4	96.7
11-36	458×213	3×4	96.7
11-37	450×325	2×4	96.7
11-38	450×216	3×4	96.4
11-39	440×330	2×4	96.0
11-40	440×220	3×4	96.0
11-41	412×343	2×4	93.4
11-42	412×275	2×4+2	93.6
11-43	412×229	3×4	93.6
11-44	388×355	2×4	91.1
*11-45	388×237	3×4	91.2
11-46	366×366	3×3	99.6

※\*는 1,200 × 1,000mm과 공통되는 치수

### 포장 모듈치수 일람표 (T11)

호칭 번호	길이×너비 (mm)	1 단 적재수	적재효율 (%)
11-47	366×275	3×4	99.8
11-48	366×244	3×4+4	95.9
11-49	366×220	3×5	99.8
11-50	343×206	2×2×4	93.8
*11-51	330×220	2×2×4	96.0
*11-52	325×225	2×2×4	96.7
*11-53	320×229	2×2×4	96.9
*11-54	314×235	2×2×4	97.6
*11-55	305×244	2×2×4	98.4
*11-56	300×250	2×2×4	99.2
*11-57	300×200	(2+3)×4	99.2
*11-58	293×220	3×5+3	95.9
11-59	288×261	2×2×4	99.4
11-60	275×275	4×4	100
*11-61	275×220	4×5	100
11-62	275×206	4×4+5	98.3
*11-63	250×200	2×3×4	99.2
11-64	244×203	2×3×4	98.2
11-65	235×209	2×3×4	97.4
11-66	229×213	2×3×4	96.7
11-67	229×206	2×3×4+1	97.4
11-68	225×216	2×3×4	96.4
11-69	220×220	5×5	100

※\*는 1,200 × 1,000mm과 공통되는 치수

## 포장 모듈치수 일람표 (T12)

호칭 번호	길이×너비 (mm)	1 단 적재수	적재효율 (%)
12-1	1,200×1,000	1	100
12-2	1,200×500	2	100
12-3	1,200×333	3	99.9
12-4	1,200×250	4	100
12-5	1,200×200	5	100
12-6	1,000×600	2	100
12-7	1,000×400	3	100
12-8	1,000×300	4	100
12-9	1,000×240	5	100
12-10	1,000×200	6	100
12-11	*600×500	2×2	100
12-12	600×400	2×2	100
12-13	600×333	2×3	99.9
12-14	*600×250	2×4	100
12-15	600×200	2×5	100
12-16	550×200	5×2	90.8
12-17	500×400	3×2	100
12-18	*500×300	4×2	100
12-19	500×240	5×2	100
12-20	*500×200	6×2	99.2
12-21	500×233	5×2	97.1
12-22	475×250	4×2+2	99.0
12-23	*433×333	2×3+2	96.1
12-24	400×333	3×3	99.9

※\*는 1,100 × 1,100mm과 공통되는 치수

## 포장 모듈치수 일람표 (T12)

호칭 번호	길이×너비 (mm)	1 단 적재수	적재효율 (%)
12-25	400×300	3×2+4	100
12-26	400×250	3×4	100
12-27	400×200	3×5	100
12-28	*388×237	3×4	92.0
12-29	*380×240	5×2+3	98.8
12-30	333×300	4×3	99.9
12-31	333×240	5×3	95.9
12-32	*333×216	4×3+4	99.9
12-33	333×200	3×5+3	99.8
12-34	330×220	6×3	90.8
12-35	*325×225	3×4+3	97.5
12-36	*320×229	3×4+3	91.6
12-37	316×250	3×4+3	98.8
12-38	*314×235	5×3	92.2
12-39	*305×244	3×4+3	93.0
12-40	*300×250	4×4	100
12-41	300×233	4×3+5	99.0
12-42	*275×220	4×2 + 5×2	90.8
12-43	*266×200	6×3+4	97.5
12-44	250×240	5×4	100
12-45	*250×200	6×4	100
12-46	*240×200	5×5	100
12-47	200×200	6×5	100

※\*는 1,100 × 1,100mm과 공통되는 치수

## Abstract

# Development of Returnable Transport Packaging Container for Fishery and Its RFID-based Physical Distribution System

Su-hyun Kim

Department of Biosystems & Biomaterials

Science and Engineering

Major of Biosystem Engineering

The Graduate School

Seoul National University

The physical distribution systems that deliver products from the production sites to the consumers play an important role in the growth of the consumer market and the transportation industry. With the 4th Industrial Revolution gaining attention these days, the information and communication technologies cause significant changes in all industrial technologies, and it is expected that the physical

distribution industry is going to see a significant growth, as well. Of the physical distribution field, the fishery products are prone to perish and decay. As a result, the physical distribution system for such products is characterized with the processes to preserve their qualities. Especially, the fishery products are closely related to the nutrition and safety of the public, making the roles of the physical distribution systems even more important.

The production volume of the fishery products in South Korea accounts for more than 20% of the total horticulture, farming, and forestry products, making them important bio resources. These products also play an important role in the physical distribution field, as well. The process of physical distribution for fishery products in South Korea commences from the physical distribution facilities established in the production sites, from which the products are shipped to various consumer markets. The first step of the transaction is the auctioning, and the transportation vessels used for these products are wooden crates called fish boxes. After the auctions, the fishery products are handed over to the wholesalers, and the containers are switched to Styrofoam boxes to maintain freshness before they are shipped to the consumer sites. However, in this process of physical distribution, even though it is necessary to manage the wooden fishery boxes in a clean and healthy manner and the system needs to be improved in consideration of the economic and physical distribution efficiencies, the number of studies in these topics has been scarce.

In this study, the researchers developed plastic fishery boxes that can solve issues the sanitary problem of the previous fishery physical distribution system, reusability, efficiency of physical distribution, and lack of a management system, by attaching electronic tags on these boxes. Also, the researchers also developed a management system to manage the fishery boxes using the Radio Frequency Identification (RFID) tags. The newly developed system was used in the actual fishery products logistics sites repeatedly, and the results of such uses were analyzed to study the possibility of applying such new fishery boxes and physical distribution system in the field. The key results of this study are as follows;

- 1) A field survey regarding the wooden fishery boxes used in the domestic fish markets was conducted to evaluate their sizes, forms, structures, materials, strength, and convenience in use.
- 2) By using the finite element analysis method, the national standard pallet dimensions, efficiency in physical distribution, and RFID tags were taken into account when designing reusable fish boxes. And, the strength of the reusable fish boxes was tested designed using standardized test methods.
- 3) Using the RFID tags, the software to manage the fish containers was developed with features including counting the number of intake and release of the fishery boxes.
- 4) The completed fish containers and physical distribution system

were applied in the field to analyze the feasibility, economy, and efficiency of the newly developed containers and system.

With this study, a fishery containers using RFID for clean and healthy fishery products and a system that of consists. The web and mobile application programs for physical distribution management of the containers based on user authentication were developed. It is believed that, as a result of this study, the unclean and inefficient fish containers used in the current physical distribution systems can be replaced with cleaner, more economic physical distribution systems, which can be used in the physical distribution industry of the future which will be based on the 4th Industrial Revolution.

Keywords : fishery box, physical distribution system, radio frequency identification (RFID), returnable transport packaging, returnable transport system

Student Number : 2006-30307